中華農業研究

第二十六卷　　第四期

目次

農試型循環式稻穀乾燥機研究及試造……郇清標、黄光華、曹之祖… 255
水稻根部真菌之分離鑑定及其對稻作生育之影響……張義璋、杜金池、簡錦忠… 279
旱田病圃稻熱病的發生與氣象……蔡武雄… 290
脂玉米雙雜交種蛋白質含量及其胺基酸組成之研究……鄭心嫻、呂宗佳、萬　雄… 297
大豆種子之老化對產量構成要素及其他生理性狀之影響……吳翠玉… 307
土壤酸度對於香茅草油分品質之影響……楊永裕… 314
青花菜使用機械化栽培之研究……林昭雄、劉政道… 320
洋菇癭蠅防治之研究……林珪瑞、倪秋華… 326

中華民國六十六年十二月
臺灣省農業試驗所出版
中華民國臺北市羅斯福路四段

農試型循環式稻穀乾燥機之研究與試造

邱清標　黃光華　曹之祖

摘　要　1.發展循環式乾燥機，使乾燥中稻穀自動循環，一次乾燥量 1.5～3 噸，動力爲 110V, 1-2HP馬達，適合個別農家、碾米廠或共同經營使用。其乾燥性能可兼用於搶救及一般乾燥，結構力求簡化適用以降低生產成本。

2.結構：（1）稻穀輸送控制系統：①採用星槽式滾筒配合螺旋輸送器，控制流量較確實，但構造複雜，星槽易受斷穗或石礫等阻塞，又如穀粒外層黏有水膜和後期快乾時稻穀流量不一致，且係間歇性漏穀，故升降機負荷忽大忽小，易造成阻塞。②採用星槽式滾筒配合斜向導板，構造較上項簡單，但仍有如上缺點，又具有旁側壓力，故濕穀流動更爲不易，此型較適合於四方形或圓形乾燥箱使用。③採用螺旋輸送控制器，流量控制精確，結構簡單，較適合長方形乾燥箱者，其螺旋形狀必須變化螺葉節距、或螺葉直徑、或兩者皆變化以免前後段流量不均，同時螺葉之上應設一左右調節板，以調節螺旋轉向出入口的進穀量。

（2）穀箱上層穀粒均分器，使用斜板式構造簡單，但因受到角度的影響，故較適合於四方或圓形乾燥箱；而螺旋式均分器做長方形方向的分配較確實，但因係成線狀漏穀，故乾燥箱寬度較大時應設補助裝置，俾使向橫方向分散。

（3）進風管及排風管：進風管及排風管的位置、形狀等乃關係乾燥性能的重要因素之一，兩者愈近則熱風經過穀層時間愈短，較易浪費熱效益；反之，較遠時熱效率雖可提高，但較易產生胴裂，同時，高含水率稻穀易生回潮現象。而其對乾燥性能的影響尚有含水率、熱風量、熱風溫度、循環量、及大氣條件等的複雜相關，故欲確定一個固定的形式較爲困難。研究過程中首先採用進風管於下，排風管於上，後來採用進、排風管於同一層，最後再改爲如圖十二所示進排風管同層，但進風管分兩道，並可調節，以適應範圍較廣的穀量乾燥。

（4）升穀機：使用杓瓢式提運機（Bucket elevator）較適合，但其揚穀量應注意滾筒的間歇性漏谷，高低含水率穀的流動差異性等安全係數，又皮帶以外層橡膠內層帆布者較能適應水份的影響及各種負荷的變化，以防打滑及阻塞。

3.各機種乾燥性能：

（1）含水率23→13%，乾燥後重胴裂 5 %，蓬萊稻。

機　　型	平均熱風溫度 (°C)	一回次乾燥量 (Kg)	乾燥速度 (%/hr)	每小時乾燥量 (T-%/hr)	每小時燃油量 (L/hr)	每噸每%燃油量 (L/T-%)
農試五號	54	756	0.57	0.43	0.98	2.24
農試推廣 1 號	52	3,245	0.45	1.46	1.82	1.30
農試推廣 1 號改良型	58	1,606	0.82	1.32	2.18	1.65

（2）含水率23→13%，乾燥後重胴裂10%，蓬萊稻

	熱風溫度 (°C)	乾燥量 (Kg)	乾燥速度 (%/hr)	每小時乾燥量 (T-%/hr)	每小時燃油量 (L/hr)	每噸每%燃油量 (L/T-%)
農試推廣 1 號	50	1,962	0.75	1.47	2.90	1.74
農試推廣 1 號改良型	49	1,578	0.84	1.33	2.59	1.94

（3）含水率23→13%，乾燥後重胴裂5%，秈稻及在來稻

型　　　機	平均熱風溫　度 (°C)	一回次乾燥量 (Kg)	乾燥速度 (%/hr)	每　時乾燥量 (T-%/hr)	每　時燃油量 (L/hr)	每噸每一%燃油量 (L/T-%)	日乾燥量 (Kg)
農試推廣1號	52—58	1,774	1.48	2.61	3.15	1.21	4,447
推廣1號改良	45—49	1,520	1.10	1.67	2.43	1.51	2,833

4.乾燥成本：含水率23%～13%間每公斤在0.23～0.60元之間。

品種	重胴裂	機　　型	折舊費 + 利　息 + 維護費 + 油　費 + 電　費 + 工　資
蓬萊稻	5%	農試推廣一號	$\frac{27.4}{L、X} + \frac{1.42}{X} + \frac{0.61}{X} + 0.095 + 0.006 + 0.114$
		推廣號改良型	$\frac{31.0}{L、X} + \frac{1.61}{X} + \frac{0.69}{X} + 0.120 + 0.007 + 0.129$
	10%	農試推廣一號	$\frac{27.1}{L、X} + \frac{1.41}{X} + \frac{0.60}{X} + 0.127 + 0.006 + 0.113$
		推廣一號改良型	$\frac{30.7}{L、X} + \frac{1.59}{X} + \frac{0.68}{X} + 0.142 + 0.007 + 0.128$
		靜置平箱型	$\frac{14.0}{L、X} + \frac{0.73}{X} + \frac{0.31}{X} + 0.149 + 0.007 + 0.186$
在來及秈稻	5%	農試推廣一號	$\frac{16.2}{L、X} + \frac{0.84}{X} + \frac{0.36}{X} + 0.088 + 0.004 + 0.067$
		推廣號改良型	$\frac{24.7}{L、X} + \frac{1.28}{X} + \frac{0.55}{X} + 0.110 + 0.006 + 0.103$
		靜置平箱型	$\frac{11.0}{L、X} + \frac{1.14}{X} + \frac{0.24}{X} + 0.132 + 0.005 + 0.147$
備　　註		L：耐久使用年限　X：年工作日數　單位：元／Kg	

若使用得宜，乾燥成本低於靜置平箱型，然尚高於南部晴天用人工曝曬，但差額可以與每年的雨季損失相抵，同時可配合聯合收穫機一貫機械作業。

5.搶救性乾燥：秈稻含水率由35%乾到13%，乾燥速度隨着乾燥時間（或含水率）呈直線下降：（乾燥溫度50—60°C）

含　水　率　%	35 → 22	22 → 17	17 → 13
乾　燥　速　度 %/hr	1.12	0.93	0.80

（1）乾燥到17%時，穀溫超過 35°C，而重胴裂增加3～4%。

（2）含水率28%以下，排氣濕度開始離開飽和狀態。

（3）乾燥速度宜再研究促其提高。

6.含水率23～13%，蓬萊稻，乾燥速度在0.5～1.2%間時，乾燥速度與重胴裂的關係式：

$Y=0.0187x+0.551$　　Y：當天重胴裂增加數（%）　　X：乾燥速度（%/hr）

誌　謝

本試驗承中國農村復興聯合委員會補助全額經費，試驗進行中蒙農復會彭技正添松實地指導，農機系全體同仁協助，文成後又蒙臺灣大學農工系陳貽倫教授及農復會張森富先生審閱斧正，一併深致謝忱。

前　言

稻米是國民的主食，臺省稻作年耕作面積約七十八萬公頃，糙米產量約在 250萬公噸左右，但每年因下雨導致乾燥不及的損失甚為嚴重，因此研究如何提高產量固重要，而收成後的處理亦須注意。本省利用日曬之傳統方式已逾千百年，據臺灣大學農工系調查統計：日曬稻穀每公頃需41小時，約5工，每工以新臺幣 100元，每公頃以 3,500公斤計，則日曬成本每公斤稻穀約需0.15元；若採用機器乾燥，成本都在 0.3元以上。前數年本省乾燥機之發展乃以價廉的靜置平箱型為主，使用者以多雨之宜蘭等地區為多，但天氣良好時極少使用，一方面由於成本較人工曬穀為高；另方面在作業中需人工每隔半個或一小時攪拌一次，否則乾燥終了將產生穀粒上、下層含水率不均的嚴重現象。攪拌工作既辛苦，且易造成室內空氣之污染，故雖經多年推廣，仍不超過二千台，一旦真正需要搶救時即嫌不足，因而發展自動循環式容量較大乾燥機乃有必要。此種乾燥機可以配合聯合收穫機作業，達到乾燥或搶救之目的，亦可使水稻栽培作業趨於一貫機械化。此型乾燥機容量在1.5～3.0公噸之間，不僅適應碾米廠需求，亦可適合目前個別經營臺灣農家一般農場規模。

雖然工業發達，工資上漲等因素有利於發展乾燥機，若欲使用機械的成本等於或低於人工則需尚待數年，但每年稻穀的損失實不能任其繼續，因此目前乾燥機的設計必須結構簡單，作業性能滿足多種需要，諸如兼備搶救和貯藏乾燥、可裝拆性、可移動性、兼具清選性等。

設計目標

1.簡化機械構造　此種小型循環式乾燥機，歐美日本已有相當發展，成品亦多，不過機器本身結構都較複雜，例如稻穀流量之控制，採用星式滾筒配合螺旋輸送器，或採用立式螺旋輸送器等，不但複雜，且易擠碎穀粒，亦易受到摻有草秣的影響。

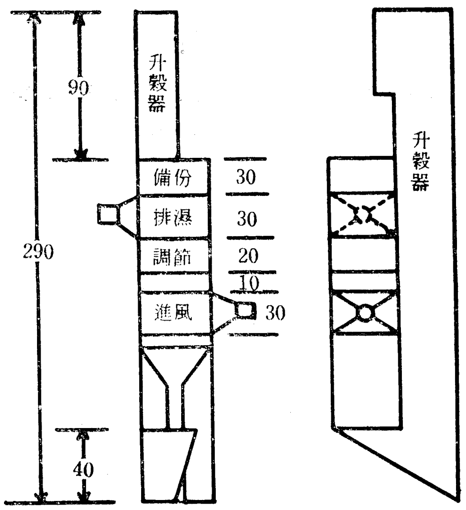
2.提高機械效能　由於厚層靜置式乾燥法易產生上下層含水率不均，而厚層循環式乾燥法在恆率乾燥期（Constant rate period）若非有大風壓、大馬力的通風情況，則上層穀易產生回潮現象；而在減率乾燥期（Falling rate period）連續性的熱風乾燥將使米粒胴裂增加，而無法提高乾燥速率，故目前一般大都採用薄層間歇乾燥，即乾燥層10～15公分，乾燥時間每次5～6分鐘，冷却均化70～90分鐘。此型乾燥機設計使用原則大都只有教農民變化溫度以適應高低不同含水率之稻穀，若對於含水率變化幅度不大情況下（如一般乾燥含水率23～13%）尚可適應，但若希望其兼顧高含水率之搶救乾燥與一般收割之通常乾燥，即有捉襟見肘之感，須進一步研究變換風量與乾燥層而加以組合，使前期乾燥快，後期熱效率高。

1.試驗研究報告農試字第八一五號。

2.臺灣省農業試驗所技正兼農機系主任、技士及技佐。

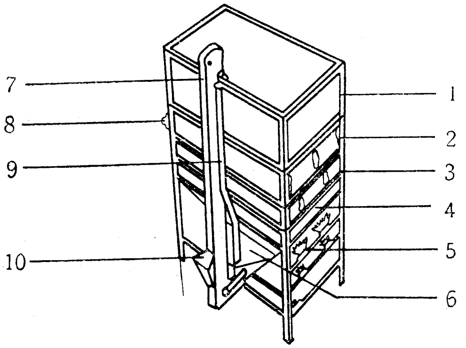
本所農機系自民國58～59年完成基本模型設計及試驗，嗣後逐年改良，至64年完成「農試一號」推廣機改良型，供應廠商設計圖樣，大批製造應市。農試型推廣機如附圖所示。

圖一、基本模型　　　　（單位：公分）



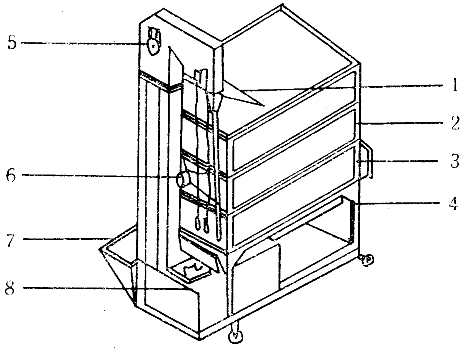
正　視　　　　側　視

圖二、農試一號機



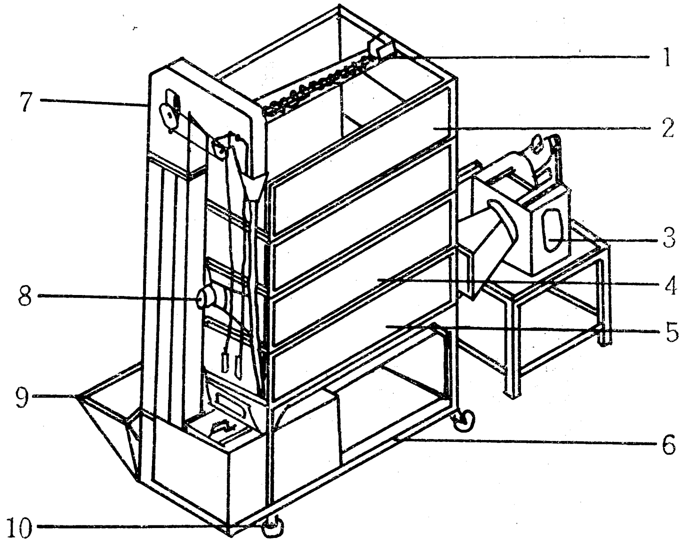
1.均質層	6.收集斜板
2.排濕層	7.升穀器
3.進風層	8.排濕口
4.熱風管	9.卸穀管
5.流量調節滾輪	10.入穀漏斗

圖三、農試三號機



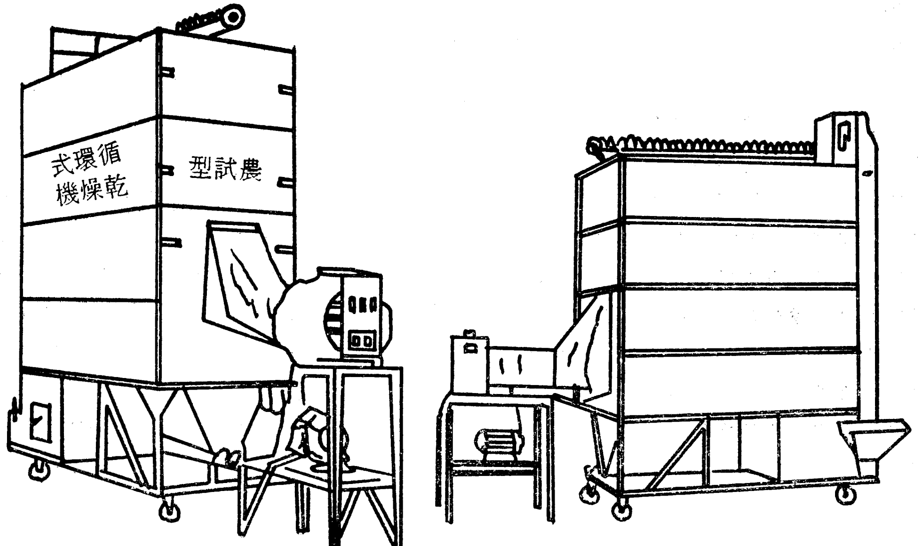
1.斜板均分器	5.升穀器調節輪
2.散濕層	6.濕氣出口
3.熱風進口	7.漏斗
4.箱底承架	8.傳動系箱

圖四、農試五號機

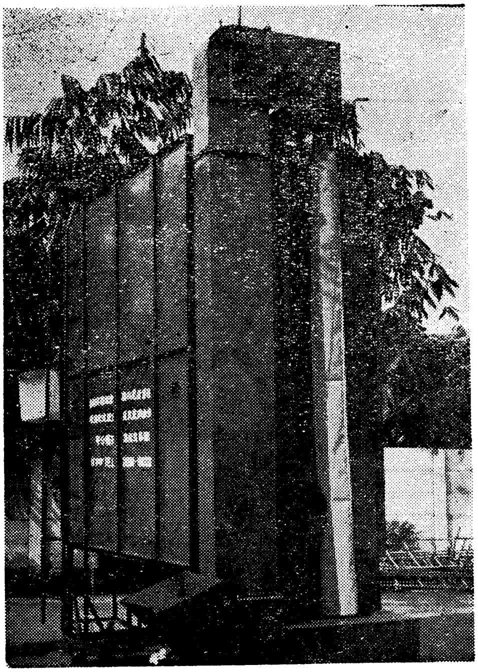


1.螺旋輸送均分器	6.乾燥箱座
2.均質層	7.升穀器
3.鼓風機及燃燒爐	8.出風口
4.排濕層	9.入穀漏斗
5.熱風層	10.滾動輪

圖五、農試型推廣機



圖六、農試型推廣機

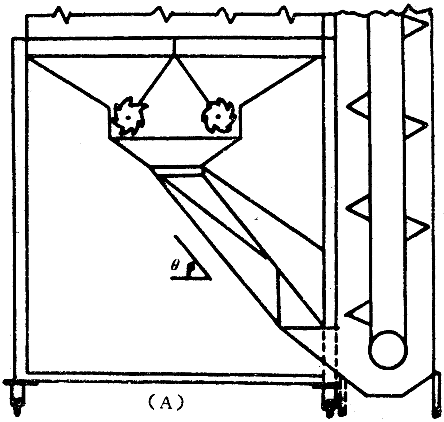


結構設計與改良經過

1.稻穀輸送控制系統：

（1）星槽式滾筒配合斜向導板　如圖七所示，首先採用二具星槽木質滾筒，直徑各爲15及10公分，槽深各爲1及 0.8公分，每支各具有四及八條槽溝，轉速每分鐘 5.2及 8 轉；後又增加一組直徑15公分，槽深 1.5公分，3 條槽溝，轉速每分鐘5轉。實際應用結果，由於滾筒長度在 150公分以上，因此滾筒及其上的兩塊斜板不易平直，尤其上裝穀量多而負重時，調節斜板與滾筒間隙不易控制，常有擠碎穀粒現象；同時，每逢含水率高的穀粒因水分的附着力大而不易流動，極易造成同一次乾燥作業中前、後段期間流量不同的現象。經星槽滾筒落下的稻穀由一塊三角形斜板收集後流入升降機，斜向導板的優點是構造簡單，成本低廉，同時升降機可配置在乾燥箱長方向的中點，一則可減低乾燥機的總長度，再則，在升降機上方穀粒出口亦在中間點，因此稻穀均分到貯留箱的設備可大幅簡化。但其最大缺點是角度受到限制：垂直斜角（如圖七A上所示 θ 角）受到高度及水平斜角（圖七B上 ϕ 角）長度的影響。首先在一號機裡兩種角度都採用37度，但情況並不理想，其後在一號改良機上一再縮短機身長度和改進滾筒裝置，提高垂直斜角到50度、水平斜角45度。試驗結果，若穀粒外層無水膜黏着的情況，作業已無問題；但如有水膜存在時，因附着性關係，已不易靠重力本身的自然落穀，又受到因水平斜角所產生的旁側壓力影響，滑落更困難，因而此種裝置較不適應被水淋過的稻穀前期搶救性作業。

圖　七



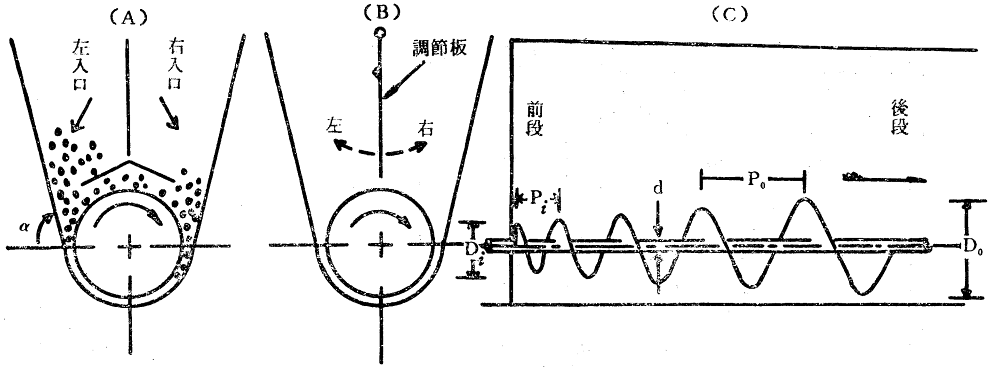
（2）螺旋輸送式　由於星槽滾筒加上斜板對於濕穀作業產生困難，而目前一般採用星槽滾筒加上斜板及螺旋輸送器的方法，雖然作業較上述方法順利，但結構複雜許多，且對淋濕穀的作業亦常發生上述不良現象；再者，星槽滾筒式流量控制器大都爲間歇性取穀，因此升降機揚穀量的設計必須高於平均流量甚多，始能應付或多或少的流穀量，以防因超過負荷而致阻塞。爲求確實定量控制和簡化結構，故改採單一的螺旋輸送器以完成上述流量控制及集中輸出等雙重任務（圖八所示）。農試三號機首先採用等節距的螺旋輸送器，直徑16公分，節距8公分，外管爲半圓形，管的上方呈漏斗形，其與水平所成角度爲50度，螺旋輸送器的上面加蓋一三角形板以承受穀層的壓力。經多次試驗發生若干問題，乃逐項改進如下：

A．螺旋輸送器上面加蓋一三角形板後，稻穀進入輸送器被分爲兩個入口（如圖八－A所示），螺旋順時鐘方向旋轉時，穀粒由左方入口進入者遠大於右方入口，造成循環不均現象，必須縮小左方入口間隙，並加大右方入口以求平均。又三角形上蓋板固定，若輸出稻穀後段略有滯流或螺旋長方向各點流出量不均時，在螺旋與三角形蓋板之間被擠壓，易產生脫殼及碎米現象。針對以上兩缺點，將蓋板改採直立調節板式如（圖八－B）所示，調節板左右移動以調節兩方入口的流量，同時亦能避免被高度壓擠現象。經試驗結果性能優異，故目前一號推廣機上採用此種型式。

B．等節距螺旋輸送器，同樣有進穀不均缺點，如（圖八－C）所示，前段已盛滿稻穀，導致後段稻穀不能擠進，形成前段過速循環而後段滯留現象。改進辦法爲逐步增加螺葉的直徑或螺旋的節距，或者兩者均增加，如（圖八－C）。依照螺旋輸送能量的公式 $Q=\mu\frac{\pi}{4}(D^2-d^2)pnr$ ，式中之 Q 表示運搬量（t/h），μ 表示螺葉間的充滿率，D 表示螺葉外徑（m），d 表示螺軸徑（m），n 表示轉數（R. P. M.），r 表示穀粒假比重。從公式看來，輸送量與螺葉外徑的平方成比例，與節距的一次方成正比，因此理論上增加螺葉外徑比增加節距有利，假如外徑一定，而後段出穀處的稻穀流量爲前段的十倍，則後段的節距應爲前段的十倍，此在製造及實際應用上都極爲不利；若換上節距不變而只逐步增加螺葉外徑，則約爲$\sqrt{10}=3.2$ 倍，情況雖轉佳，但仍不如兩者配合應用適合實際。

C．漏板斜度（如圖八－A上 α 角）在農試三號機時首先採用45度，後逐漸增加到60度，斜角較小時，稻穀所具有的旁側壓力較小，而機體高度亦可縮小，但稻穀的流動性不佳；角度較大時情形則反之。

圖八、螺旋流量控制及輸送器

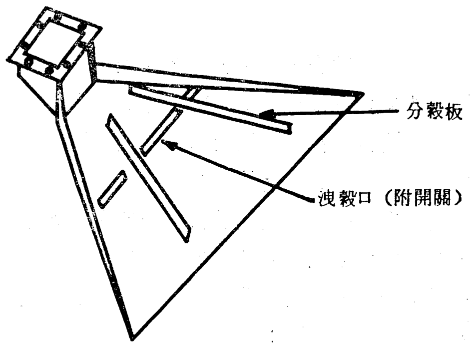


2.稻穀均分器

稻穀利用升降機被帶到頂層拋出後，必須再經過一組均分器始能均勻散佈到乾燥箱上層穀面。在試造過程中曾採用斜板式與螺旋輸送式兩種：

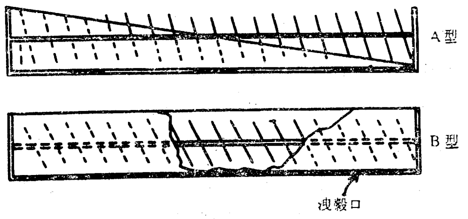
（1）斜板均分器　如（圖九），斜板上分成幾個流道，每個流道上有1～3處漏穀口，此種均分器構造簡單，成本低廉，較能適應短距離的分散，因此被用於一號試驗機等，升降機配置在長方向中心的型式時性能尚可。其缺點為黏有水膜的稻穀不易流下，而乾燥箱內穀量多時，由漏口流下的落點近，少時遠，形成箱內前後落穀量差異現象。又由於本均分器裝置時需有斜度，使升落機頂端必需提高。

圖九　斜板均分器



（2）螺旋輸送均分器　如（圖四—①）所示，此種均分器機件價格較貴，其優點是順着螺旋方向各點落穀能確實控制均勻，同時濕穀作業亦能順利；又因其可用水平裝置而使升降機高度減低。其缺點為僅能做到線的分散而不及面的散佈，因此稻穀初起僅堆積在中間線上，然後才滑落到兩旁，故乾燥箱的寬度受到限制，穀量過少時熱風易自左右兩個箱邊逸出。此種螺旋輸送均分器因落穀的方式不同，曾經先後試製兩種型式，如（圖十　），A型為外管呈斜狀，B型為外管底部分別開有幾個落口，落口之大小可以控制。

圖十　螺旋均分器

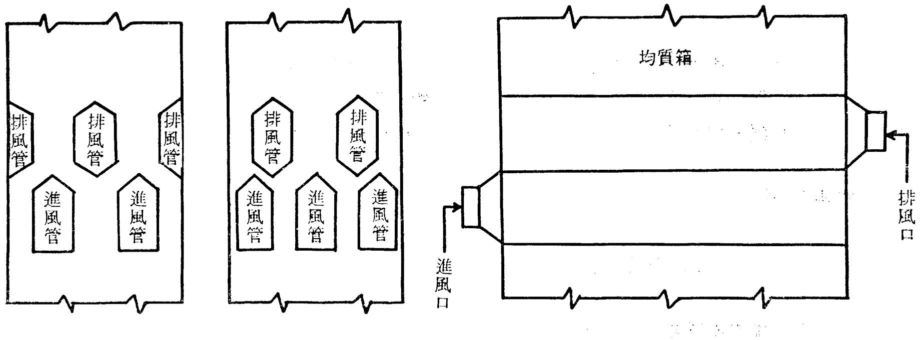


3.進風管及排風管

（1）進風管在下而排風管在上的排列法如（圖十一a），為試驗一號、二號及三號機所採用，進風管截面積總和略小於排風管截面積總和，而排風管兩側邊管截面積的和等於一個中間管；圖十一b，為試驗機四、五號所採用。進風管三個、排風管兩個，進風管旁兩個截面積和等於中間管。設計之初在進風管與排風管之間尚有調節層以調節進出風管間的距離，適應各種不同含水率稻穀乾燥。又乾燥前期含有飽和濕氣的廢氣由排風管排出，於乾燥後期則將排風管口封閉，使熱風經由全層然後由穀上層表面逸出，期能提高熱效益。此種封閉排氣口的缺點，除了穀層太厚引起略微之回潮外，即是穀

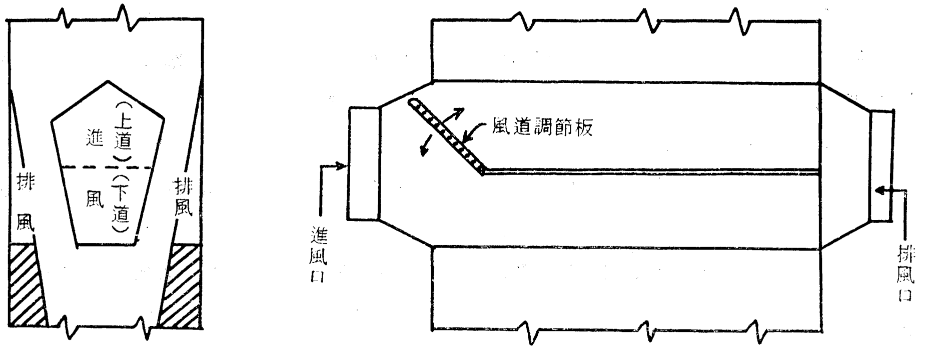
粒所能得到間歇均質的時間極短，只有進風口以下到升降機進口之間，因此較易產生胴裂，故在設計及操作上必須小心，始能應付各種不同含水率之稻穀乾燥。

圖十一



（2）進、排風管同層而進風可調節高度的方式　如圖十二所示。設計特點是依照實際需要可移動風道調節板，使熱風單獨由下道或上、下兩道同時進入穀層，吸飽水氣後由鄰近的排風管排出。此設計之目的在當乾燥箱中載滿時，則由上下兩道同時進風，一旦濕穀較少，僅能佈滿進出風管時，爲防止熱風不經穀層而直接逸入排風管，可將上道進風管封閉，使熱風由下道管而入穀層，達到乾燥效果，不致因穀量缺少些而影響作業，如此則進風管可控制自如，能適應廣範圍穀量之乾燥作業；同時進、排風管道在同一層而進風管呈倒三角形，排風管呈正三角形，乾燥中濕氣能確實由排氣管排出，使乾燥層以上的穀粒不受熱濕氣的干擾，確實做到均質的效果。若在室內乾燥時，可在排氣口處接一塑膠管通到屋外，即可免除廢氣污染，又無濕氣回到產生熱風的火爐附近之虞。此種方式爲推廣機及推廣改良一號機所採用。

圖十二



4.稻穀輸送器

循環式乾燥機一般採用的升穀器，大部爲杓瓢式提運機(Bucket elevator)、拋擲式（Thrower）、螺旋輸送式（Screw Conveyor）和空氣輸送式（Air Conveyor）等四種，經驗顯示空氣輸送式所需動力較大，若調節不當時，碎米及脫殼情況嚴重。螺旋輸送式者若從事垂直角度輸運濕穀時，容易擠碎穀粒。拋擲式者因乾濕穀本身重力不同，所需動力不一致，易造成阻塞。因此杓瓢式對於稻穀的直立輸送較適宜，經多次採用經驗，應注意下述幾點：

（1）若稻穀含水率幅度大，尤其含有水膜的濕穀時，所用皮帶應爲裡層帆布，外層橡膠；裡層帆

布可免長期受負荷而伸長，外層橡膠可免受水濕影響，或打滑，或伸縮。

（2）作業能量的決定：

a．理論計算式

$$Q=\frac{Vvry\ 60}{p}$$

Q：平均運搬量（Ton/h）　V：一個杓瓢的容量（m^3）

v：杓瓢的速度（m/min）　r：穀的假比重（Ton/m^3）

p：杓瓢的間距（m）　y：杓瓢內穀的盛滿率（%）

b．實際計算式

$$Qi=K_1K_2Q$$

Qi：實際搬運量（Ton/h）

K_1：滾筒平均落量對一次落量之比

K_2：乾濕穀流動差異係數

5．各試造機型主要規格　見表一。

表　一

項目 \ 型式別		單位	四號試驗機	五號試驗機	農試型推廣機	推廣機一號改良型
乾燥箱	長	CM	120	220	280	285
	寬	CM	98	113	130	125
	高	CM	250	320	380	325
	稻穀輸送器型式		杓瓢式	杓瓢式	杓瓢式	杓瓢式
	稻穀輸送器高	CM	242	305	360	280
	容穀量	Kg	600	1500	3500	2000
熱風部分	式別		軸流式	軸流式	軸流式	軸流式
	口徑	CM	38	48	48	48
	廻轉速度	r.p.m.	1400—1700	1320—1680	1800—2200	1300—1600
	動力大小	v	110	110	110　220	110/220
		HP	1/2	$^1/_2$~1	1—2	1—2
乾燥箱動力系之轉速	昇穀器 循環時	r.p.m.	270	170—180	180	同左
	昇穀器 裝卸時		320	450	450	
	集穀器 循環時		21	9—11	11	
	集穀器 裝卸時		25	54	54	
	散穀器 循環時		54	115	110	
	散穀器 裝卸時		64	300	300	

		45cm	95cm	120cm	
均質層高度		45cm	95cm	120cm	同左
乾燥層	高度	90cm	90cm	120cm	
	氣管排列狀況	熱風 排濕 熱風	排濕 熱風	排濕 熱風 排濕	

作業性能試驗

試造機完成，先經研磨及試車運轉後再運到農場或農家，借用稻穀進行乾燥作業，以了解乾燥能量、精度、效益和成本，以及種種外在因素對於本機乾燥性能的影響，俾確定其推廣價值，並作以後改進參考。

1. 試驗設計

（1）品種　分蓬萊稻、在來及秈稻等（由於蓬萊稻較易胴裂歸爲一類）。

（2）含水率　分普通含水率及高含水率，普通含水率在18～25%之間，爲一般稻穀在收割適期的含水率；高含水率在30%左右，甚或更高，係指被雨水淋濕或因倒伏浸在積水田面所收取的稻穀而言。

（3）乾燥過程　搶救性乾燥（含水率由30%左右降到17%左右，以利暫時置放）；貯存性乾燥（乾燥終了含水率在13%左右，以利繳庫或長期性貯藏）。

2. 調查項目

（1）大氣條件　溫度（°C）、絕對濕度（kg水分/kg乾空氣）、相對濕度（ϕ）$\phi=\frac{p}{p_0}\times 100$（%），p 爲水蒸氣分壓，$P_0$ 爲同一溫度時之飽和蒸氣壓。

（2）乾燥箱進出口熱風條件　溫度、濕度、風量以每秒鐘通過的風量（m^3/s）或每 1,000公斤稻穀每秒通過的風量（$m^3/s-t$）爲單位。

（3）乾燥量（kg）係指乾燥一回次的稻穀重量，分乾燥前、乾燥後及水分13%時當量（指折算穀粒的含水率在13%時應有的重量）。

$$W_{13\%}=\text{水分13\%當量 (kg)}=\text{含水率13\%時之穀重量}\times\text{實穀含量百分率}\times\frac{100-X\ (\%)}{100-13\ (\%)}。$$

（4）含水率（M）　濕量基準（Wet basis）：每一百公斤的稻穀內含有水分的公斤數，單位爲（%）。

（5）平均乾燥速度　單位時間內含水率的減少數量，通常以每小時降低%數代表之。

$$R=\frac{M_1-M_2}{T}$$

M_1 代表初期含水率（%）

M_2 代表後期含水率（%）

T　代表乾燥時間（hr）

（6）米粒胴裂率　將稻穀剝開後利用燈光透視，米粒上有裂痕稱爲胴裂，每 100粒內發出胴裂的數目稱爲胴裂率（%），當日檢查發現的稱爲當日胴裂率，經置放24小時以後再檢查發現的稱隔日胴裂率。胴裂之程度大小茲列表於右（表二）。

表　二

總胴裂粒	輕胴裂粒	內部裡微微的可以看到龜裂
		表面上顯出龜裂，但裂痕一條，又沒有貫透全粒
	重胴裂粒	橫一條，貫穿全粒
		兩面皆有橫二條的裂痕
		縱橫向之多條裂痕等

（7）進、出穀時間　表示一回次乾燥稻穀裝入或卸出乾燥箱所需時間。

（8）每公噸稻穀每降低水分1％之燃油需要量（L/t%）

$$f=\frac{F}{\frac{W13\%}{1000}\times(M_1-M_2)}$$

F　代表總燃油量（L）

W13%　代表13%含水率時乾燥穀重之當量（Kg）

M_1 代表乾燥前穀含水率（%）

M_2 代表乾燥後穀含水率（%）

（9）每小時乾燥量（ton－%/hr）

$$W=\frac{\frac{W13\%}{1000}\times(M_1-M_2)}{t}$$

t　代表乾燥時間（hr）

3. 試驗結果　如下列各表：

表3蓬萊稻、乾後重胴裂率增加5％內普通性乾燥（含水率26%→13%）

表4蓬萊稻乾後重胴裂率增加10%左右內普通性乾燥（含水率26%→13%）

表5在來或秈稻乾後重胴裂率增加5％內普通性乾燥（含水率26%→13%）

表6搶救性乾燥（含水率27～34%→13%）

表7雜種稻乾燥

表4（蓬萊種、重胴裂10%以上）　　表3（蓬萊種、重胴裂5%內）

機型		農試四號機			農試五號機			
品種		蓬萊稻	蓬萊稻		蓬萊稻	蓬萊稻	蓬萊稻	
項目	單位 ＼ 地點及次別	泰山 1	泰山 2	平均	潮州 1	臺北 3	臺北 4	平均
熱風溫度	°C	48.5	54	51.3	55	58	49	54
大氣溫度 ／ 相對濕度	°C ／ %	／	／	／	33.5 ／ 25	32 ／ 29.5	33 ／ 28	32.8 ／ 27.5
穀重 乾燥前	Kg	627.9	616.4		978	905.5	740.5	
穀重 乾燥後	Kg	499	430.7		865.2	747.5	637.5	
穀重 水分13%時當量	Kg	488	439	459	875	750	642	755.7
乾燥時間	hr	14	13	13.5	16.6	14	11	13.9
穀含水分率 乾燥前	%	26	25		21	21	18.5	
穀含水分率 乾燥後	%	14.9	13.1		12	12.7	12.4	
穀含水分率 每小時減乾率	%/hr	0.79	0.91	0.85	0.54	0.59	0.56	0.57
進谷時間 ／ 出谷時間	hr ／ hr	／	／	／	／	／	／	／
米重胴裂粒率 乾燥前	當日% ／ 隔日%	0 ／	0 ／	／	2 ／	4 ／	0 ／	／
米重胴裂粒率 乾燥後	當日% ／ 隔日%	19 ／	13 ／	／	7 ／	8 ／	3 ／	／
米重胴裂粒率 增加數	當日% ／ 隔日%	19 ／	13 ／	／	5 ／	4 ／	3 ／	／
燃油耗費量 燃料種類		煤油	煤油		煤油	煤油	煤油	
燃油耗費量 總燃燒量	L	18	21	19.5	21.37	15	6.25	14.21
燃油耗費量 每小時燃燒量	L	1.29	1.62	1.46	1.29	1.07	0.57	0.98
燃油耗費量 每噸每%燃燒量	L	3.32	4.10	3.71	2.71	2.41	1.60	2.24
每小時乾燥量	T-%/hr	0.386	0.394	0.391	0.474	0.445	0.356	0.425

表 3（重胴裂 5 %以內）表 4（重胴裂10%以上）　表 3（重胴裂 5 %以內）表 4（重胴裂10%以上）

機型		農試推廣一號				推廣一號改良	
品種		蓬萊種	蓬萊種臺南五號	蓬萊種臺南五號		蓬萊種臺南五號	蓬萊種
項目	單位 \ 地點及次別	草屯 1	五結 3	五結 4	平均	大里 1	歸仁 2
熱風溫度	°C	52	46	57—51	50	58.4	48.3
大氣溫度	°C	30.3				24.3	29.2
相對濕度	%	79.8				85.4	65.3
穀重 乾燥前	Kg	3537	2874	1973		1760.1	1790.4
穀重 乾燥後	Kg	3252	2316	1598		1612.4	1567.3
穀重 水分13%當量	Kg	3245	2316	1607	1962	1609	1578.5
乾燥時間	hr	14	19.3	11	15.2	11	8
穀含水率 乾燥前	%	19.5	26	25.1		22.2	19.5
穀含水率 乾燥後	%	13.5	13	13.0		13.2	12.4
穀含水率 每小時減乾率	%/hr	0.43	0.67	1.1	0.89	0.82	0.89
進谷時間	hr	0.7	0.5	0.3	0.4	0.65	0.67
出谷時間	hr	0.8		0.4	13	0.53	0.38
米重胴裂粒率 乾燥前	當日%	3		0		15	4
	隔日%	7	1	1		6	5
米重胴裂粒率 乾燥後	當日%	5	12	14		19	21
	隔日%	6		13		44	27
米重胴裂粒率 增加數	當日%	2	12	14	0.5	4	17
	隔日%			12	12	38	22
燃耗費油量 燃油種類		煤油	煤油	煤油	煤油	煤油	煤油
燃耗費油量 總燃燒量	L	25.4	51.3	34.6	43.0	23.9	20.76
燃耗費油量 每小時燃燒量	L/hr	1.82	2.66	3.14	2.90	2.18	2.59
燃耗費油量 每噸每%燃燒量	L/T-%	1.30	1.70	1.77	1.74	1.65	1.94
每小時可乾燥量	T-%/hr	1.40	1.56	1.77	1.67	1.32	1.34
假比重 乾燥前	Kg/L	0.57	0.48			0.46	0.48
假比重 乾燥後	Kg/L	0.63	0.55			0.57	0.55
每小時實際乾燥量	T-%/hr	1.26	1.48	1.67	1.58	1.19	1.19
備註			當天胴裂多 IRRI 火爐	胴裂稍多三久火爐			

表 5（秈稻或在來稻重胴裂 5 %以內）　　表 6（高含水率乾燥）

機型		單位	農試推廣一號		推廣一號改良型						農試五號機		推廣一號改良機	
品種			秈稻		嘉農秈稻11號		純在來及在來交配蓬萊混合乾燥				蓬萊稻		在來種宜蘭早種	
項目		地點及次別	臺中 草屯 1		臺南 歸仁 3		臺中 大里 4		平均		屏東 潮州 2		臺中 大里 5	
熱風溫度		°C	55		45		49.2		47.1		52		53.1	
大氣溫度 / 相對濕度		°C / %	30.0	80.8	28.3	63.6	24.4	60.4	26.4	62.0	33.5	26.5	25.1	83.0
穀重	乾燥前	Kg	1978		1917.6		1629.4				974.5		2199.7	
穀重	乾燥後	Kg	1783		1782.3		1408.8				728.1		1569.4	
穀重	水分13%當量	Kg	1783		1731.0		1308.8		1519.9		734		1594.8	
乾燥時間		hr	6.5		7		7		7		21.95		22.5	
穀含水率	乾燥前	%	22.6		18.6		22.0				27.6		31.5	
穀含水率	乾燥後	%	13.0		12.8		12.5				12.3		12.8	
穀含水率	增加數	%/hr	1.48		0.83		1.36		1.10		0.70		0.83	
進谷時間 / 出谷時間		hr / hr	0.4	0.5	0.95	0.47	0.60	0.57	0.73	0.52			0.77	0.52
米重胴裂粒率	乾燥前	當日% / 隔日%	2	4	0	2	6	3			3		1	1
米重胴裂粒率	乾燥後	當日% / 隔日%	6	1	3	3	11	4			11		15	5
米重胴裂粒率	增加數	當日% / 隔日%	4		3	1	5	1	4	1	8		14	4
燃油耗費量	燃油種類		煤油		柴油		柴油				煤油		柴油	
燃油耗費量	總燃燒量	L	20.5		14.94		18.92		16.94		20		43.34	
燃油耗費量	每小時燃燒量	L/hr	3.15		2.14		2.71		2.43		0.91		1.92	
燃油耗費量	每噸每%燃燒量	L/T-%	1.21		1.49		1.52		1.51		1.78		1.46	
每小時可乾燥量		T-%/hr	2.61		1.43		1.78		1.67		0.514		1.32	
假比重	乾燥前	Kg/L	0.50		0.53		0.47		0.50				0.44	
假比重	乾燥後	Kg/L	0.56		0.58		0.53		0.56				0.54	
每小時實際乾燥量		T-%/hr	2.30		1.19		1.52		1.36				1.25	

表 7 （糯米及混雜種稻乾燥）

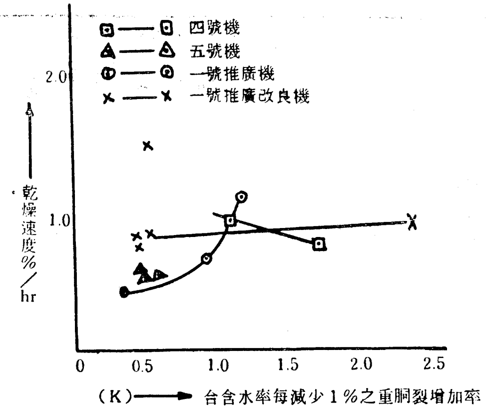
品種		單位	糯米		混雜稻		混雜稻	
項目		地點及次別	臺北市 5		臺北市 6		臺北市 7	
熱風溫度		°C	55.5		54		49	
大氣溫度	相對濕度	°C | %	18	16	18.5	14	22	11
穀重	乾燥前	Kg	1425.4		1353.4		1290	
穀重	乾燥後	Kg	1236.9		1110.2		1155.5	
穀重	水分13%當量	Kg	1228		1114		1159	
乾燥時間		hr	20		21		20	
穀含水率	乾燥前	%	20.5		23.4		21.8	
穀含水率	乾燥後	%	13.6		12.7		12.7	
穀含水率	每小時減乾率	%/hr	0.35		0.51		0.46	
進谷時間	出谷時間	hr | hr						
米重胴裂粒率	乾燥前	當日% | 隔日%	0		0		0	
米重胴裂粒率	乾燥後	當日% | 隔日%	2		11		3	
米重胴裂粒率	增加數	當日% | 隔日%	2		11		3	
燃油耗費量	燃油種類		煤油		煤油		煤油	
燃油耗費量	總燃燒量	L	23		22		20.8	
燃油耗費量	每小時燃燒量	L/hr	1.25		1.05		1.04	
燃油耗費量	每噸每%燃燒量	L/T-%	2.95		1.85		1.97	
每小時可乾燥量		T-%/hr	0.424		0.568		0.527	

4. 試驗結果分析：

（1）蓬萊稻含水率23%→13%

A. 若將表3、4蓬萊稻稻穀含水率由25%至乾燥到13%左右的試驗點選出，然後以乾燥速度爲縱座標，以稻穀每減少1%時當日重胴裂率的增加數爲橫座標（以K代表）繪於圖十三上。

B. 假定穀含水率由23%乾燥到13%，則除去水分爲10%，又若乾燥後重胴裂率增加數爲10%時，則K爲1，若乾後重胴裂率不超過5%則K爲 0.5，然後由圖十三上對照求出各機種的乾燥速度，同時參照表3及4而計算出其相對應的乾燥量及耗油量等，列於表8表9。



圖十三、蓬萊稻含水率由23%乾燥至13%時重胴裂增加數與乾燥速度之關係

表8 乾燥後重胴裂增加數在5%內，乾燥量及耗油量性能

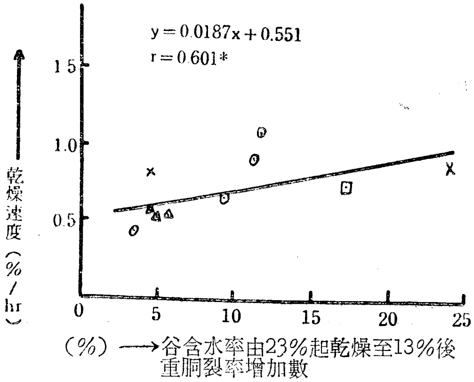
機型	平均熱風溫度 °C	一回次乾燥量 Kg	乾燥速度 %/hr	每小時乾燥量 T-%/hr	每小時燃油量 L/hr	每噸每% 燃油量 L/T-%
農試五號	54	756	0.57	0.43	0.98	2.24
農試推廣一號	52	3245	0.45	1.46	1.82	1.30
農試推廣一號改良型	58	1609	0.82	1.32	2.13	1.65

表9 乾燥後重胴裂增加數爲10%時，乾燥量及耗油量性能

機型	熱風溫度 °C	乾燥量 Kg	乾燥速率 %/hr	每小時乾燥量 T-%/hr	每小時燃油量 L/hr	每噸每% 燃油量 L/T-%
農試推廣一號	50	1962	0.75	1.47	2.90	1.74
農試推廣一號改良	49	1978	0.84	1.33	2.59	1.94

C. 若將四號、五號、推廣一號、一號改良型等機之乾燥速度綜合對於乾燥後重胴裂增加率的相關，則約有直線的關係。方程式及圖十四列：其中▣代表四號機，▲代表五號機，⊙代表一號推廣機，×代表一號推廣改良機。

D. 乾燥成本：各項成本分析列於表；隨着年工作日數變化的曲線繪於圖十五。



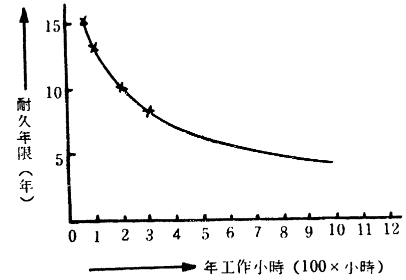
圖十四、乾燥速度與胴裂之關係

表10 （蓬萊稻、穀含水率由23%到13%，各項費用計算）

項　　　目	重胴裂率5%內 推廣一號	重胴裂率5%內 推廣一號改良	重胴裂率10%內 推廣一號	重胴裂率10%內 一號改良	重胴裂率10%內 靜置平箱型	備　　註
					（乾率=1.34一次乾重684kg）	
乾燥一次時間（hr） $T=\frac{水分差}{乾燥率}$+出入穀時間	23.7	13.3	14.2	12.9	8.16	0.8 =工作能率
日工作量（Kg） $q=\frac{24}{T}\times 0.8\times$一回乾燥量	2629	2323	2653	2349	1609	X=年工作日數
年工作量（Kg） $Q=q\times X$	2629X	2323X	2653X	2349X	1609X	
年工作時數（hr） $t=T\times X$	19.2X	19.2X	19.2X	19.2X	19.2X	
C=購價（元）	80,000	80,000	80,000	80,000	25.000	
折舊費（元/Kg） $D=\frac{C-R}{L}\times\frac{1}{Q}$	$\frac{27.39}{LX}$	$\frac{30.99}{LX}$	$\frac{27.14}{LX}$	$\frac{30.65}{LX}$	$\frac{13.98}{LX}$	R=殘價=10% L=耐久年限
利息 $I=\frac{R+C}{2}\times 0.085\times\frac{1}{Q}$	$\frac{1.423}{X}$	$\frac{1.61}{X}$	$\frac{1.410}{X}$	$\frac{1.592}{X}$	$\frac{0.726}{X}$	0.085 =利率
維護費 $MR=C\times 0.02\times\frac{1}{Q}$	$\frac{0.609}{X}$	$\frac{0.689}{X}$	$\frac{0.603}{X}$	$\frac{0.681}{X}$	$\frac{0.311}{X}$	0.02=年維護費率
油費 $F=\frac{耗油量}{每公斤\times每\%}\times 10\%\times$單價	0.095	0.120	0.127	0.142	0.149	單位=7.3元/L
電費 $P=KW數\times T\times\frac{單價}{一回乾燥量}$	0.006	0.007	0.006	0.007	0.007	單價=0.78元/KW-h
工資 $W=人數\times工資\times\frac{1}{q}$	0.114	0.129	0.113	0.128	0.186	人數=2X 工資=150 元/人一天
乾燥總成本L=（12.3）X=15天 =D+I+MR+F+P+W	0.499	0.577	0.527	0.595	0.487	
（8.4）X=30天	0.391	0.455	0.421	0.474	0.432	
（7.2）X=40天	0.361	0.421	0.391	0.440	0.416	
（5.7）X=60天	0.329	0.385	0.359	0.404	0.44	

〔註〕：耐用年數與年使用時間數本機依照 Culpin：Farm Mechanization Management（1958）的資料關係如右圖，由於與目前相隔17年，機器簡化及加强，故上表計算時由右圖查得再乘以係數1.5 倍使用。

圖十五



（2）在來或秈稻稻谷含水率由28%乾燥到13%之性能：

A. 性能：

表11　乾燥後、重胴裂增加數在5%左右，乾燥性能表

機型	平均熱風溫度 °C	一回次乾燥量 Kg	乾燥速度 %/hr	每時乾燥量 T-%/hr	每時燃油量 L/hr	每噸每%燃油量 L/T-%	日乾燥量 Kg
轉試推廣一號	52—58	1774	1.48	2.61	3.15	1.21	4447
推廣一號改良	45—49	1520	1.10	1.67	2.43	1.51	2832

B. 乾燥成本（順便列舉靜置平箱形以資比較）

乾燥成本＝折舊費＋利息＋維護費＋油費＋電費＋工資

農試推廣一號$=\frac{16.19}{L.X}+\frac{0.841}{X}+\frac{0.360}{X}+0.088+0.004+0.067$

農試推廣一號改良型$=\frac{24.67}{L.X}+\frac{1.28}{X}+\frac{0.548}{X}+0.110+0.006+0.103$

靜置平箱型$=\frac{11.00}{L.X}+\frac{1.14}{X}+\frac{0.244}{X}+0.132+0.005+0.147$

（註：靜置平箱型乾燥速度每小時1.89%，一次乾燥量 638Kg 日工作量 2045Kg）

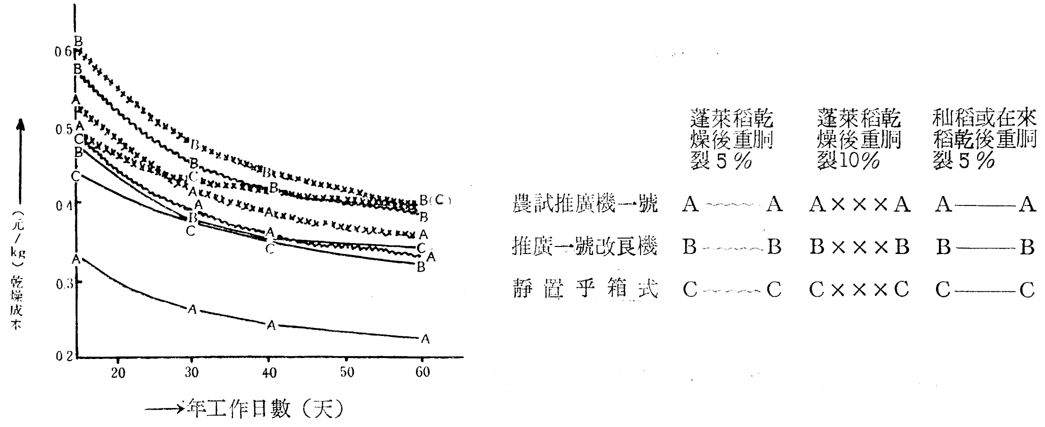
各機型成本分別列於表12及圖十六。

表12　秈稻或在來稻，含水率22—13%，重胴裂增加5%左右時稻穀乾燥成本

（元/Kg）

年工作日 \ 機型	農試推廣一號	推廣一號改良型	靜置平箱型
15　天	0.327	0.475	0.436
30　天	0.263	0.378	0.374
40　天	0.245	0.350	0.357
60　天	0.226	0.322	0.339

圖十六、普通乾燥成本曲線



（3）高含水率搶救性乾燥：

將收割後的稻穀含水率約24%，浸水24小時後撈起含水率35%的在來稻進行乾燥作業，由圖十七上的乾燥曲線加以分析：

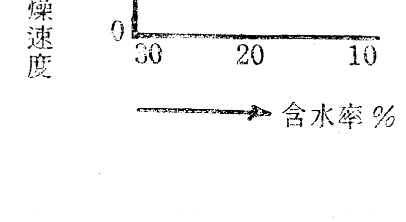
A. 乾燥速度：

I. 乾燥溫度保持在 50～60°C 間的連續性乾燥，在各種不同含水率期段的乾燥速度如（表十三）及（圖十八）

表13

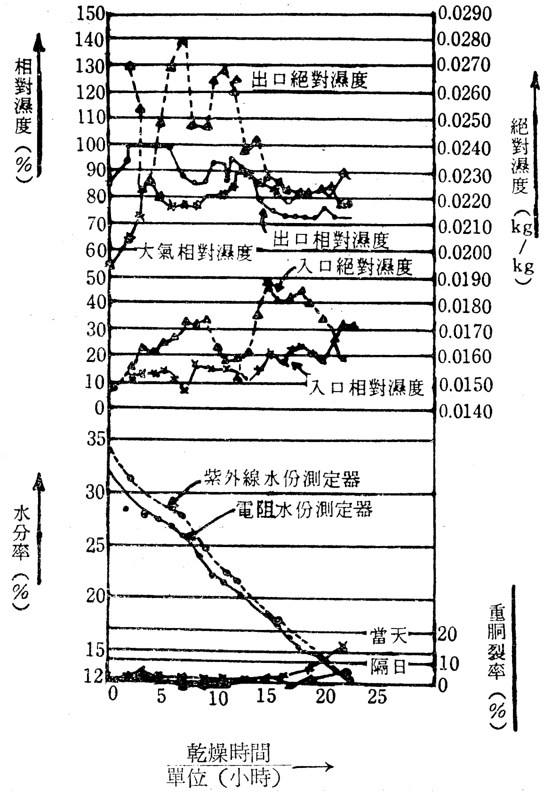
含水率 %	35→22%	22→17%	17→13%
乾燥速度 %/h	1.12	0.93	0.80

圖十八



圖十七、高含水率乾燥性能曲線

彰農牌循環式農試推廣機改良型
64年11月2～4日
在來種宜蘭早號



由圖十八顯示乾燥速度似隨着含水率而呈直線下降。

Ⅱ. 穀溫由 30°C 緩慢的呈直線增加到 36°C ，而在含水率接近17%時超過 35°C ，此時米粒重胴裂率約在 3 ～ 4 %間，而重胴裂開始發生的時期大約在含水率22%左右，此時之穀溫為 33°C ，應注意者為重胴裂一經開始後便產生向上凹的曲線趨勢，而此時往往乾燥速度係以直線的趨勢下降。

Ⅲ. 就排氣口相對濕度的曲線言，含水率在35→23%附近時，相對濕度大約在 100%左右，含水率在28～20%間平均為90%，20%以後便開始往下降，最後接近於70%，由此看來，前段乾燥顯得風量（或溫度）不足，中段及後段則顯得循環較快，穀物經過乾燥層的時間較短，或者是均質的時間太短所致（因依試驗的資料，循環量為每小時 2864Kg ，則此均質時間僅為30分鐘），故乾燥速度曲線未能照理論值相對提高。

Ⅳ. 進口絕對濕度逐漸的提高而出口絕對濕度相反的減少，此顯得穀粒內部的水份愈來愈不易被乾燥，故高含水率的乾燥方法，以採用分段式較為有利。至於各段間含水率的範圍、溫度及風量宜作進一步研究。

Ⅴ. 由圖十七觀察，含水率超過25%時，以紫外線水份測定器的測定值較電阻式準確，25%以後兩者間相差愈為接近。

（４）性能分析結論：

①均質時間在30分鐘左右時（即循環量加快時），乾燥速度略可提高，但隔天的胴裂嚴重。

②秈稻或在來稻乾燥較蓬萊稻不易胴裂，故乾燥速度似可研究再提高。

③一般而言，此種循環式乾燥機使用成本較低於平箱靜置式，大概在每公斤0.23～0.60元之間，同時稻米品質及操作性能均優於平箱式，惟當日工作量及年工作日數減少時，成本增加較平箱型為快，因此利用循環式而日工作量及年工作日調配不當，反而有高於平箱式的可能。單位乾燥量多者較乾燥量少者之乾燥速度略低，但乾燥成本反而減少，同時因均質的時間較長而胴裂率亦較少。

EXPERIMENTS ON TARI-TYPE TEMPERING DRYER

by

C. P. Wu, K. H. Huang & C. T. Tsao

Summary

This is an automatic circulation dryer developed under this project. The capacity of this dryer is 1.5 to 3 tons equiped with an electric motor of 110V and 1 to 2 HP. This dryer is suitable for individual farm household, rice mills orcooperative farms. One of the function of this dryer is for quick drying during rainy season, the other is for general purpose. The structure of this dryer is simple, so that the production cost can be reduced.

2. Structure

(1) Grain flow control system

(a) Metering rolls like a star in section and a screw elevator are adopted.

This kind of combination of flow control system performed very well. However, the structure is very complicated and the star type rolls will be clogged easily by broken rice panicles and small stones mixed with the rice grains. In the meantime, since the flow speed of wet grains in the very beginning and in the end of the process are different a lot, and the grain flow are moved intermittently during the process. Hence, the elevator is easily stopped.

(b) The star type metering rolls and a declined collecting board are adopted.

The structure of this system is simple than the previous one, however, this combination has the same defects mentioned above. Since there are considerable side pressures on the board, the wet grain flow will not be moved so easily on the board. This system is suitable for the square or column type grain dryer.

(c) Screw elevator control system is adopted.

The flow control of this system is very accurate and simple in structure. This system is suitable for rectangle type grain dryer. A variable screw pitch or a variable diameter of the screw or both are needed, so that a uniform grain flow will be achieved in the front as well as in the rear of the whole system. In the meantime, an adjusted plate is needed to be attached to both of the front and the rear of the system so as to control the grain quantity in the inlet and in the outlet of the dryer.

(2) Grain distributor in the upper of the bin

There are two kinds of grain distributors, one is the declined board type which is suitable for square or round type bin. The other kind of distributor is the screw type which is suitable for the rectangle type bin. Since the screw type distributor can only spread the grains linearly, therefore, an auxiliary attach-

ment is needed when the short side of the bin is not so short.

(3) The inlet and the outlet of heat flow

The relative position and pattern of the inlet and the outlet of heat flow are very important factors for drying functions of the dryer. When the inlet and the outlet are nearly in the same level, the heat flow will pass the grain in a very short time, and the heat flow will be lost a lot, on the contrary, when there is a considevable height between the inlet and the outlet, the heat efficiency will be high, however, the broken rice will be increased also, moreover, the grains will become wet again when rice grains are high moistured. It is difficult to map a definite pattern of them because these factors such as the moisture content of grains, the quantity and the temperature of heat flow, circulation quantity of grains and the atmosphere conditions can effect the whole result. We arrange that the inlet is below the outlet in the very beginning, then we set the inlet and the outlet in the same level latter, finally, we set the inlet and the outlet in the same level, but the inlet is divided into two parts which can be adjusted freely as indicated in picture 12. This final arrangement can be met the necessity when the cereal capacity is varied.

(4) Grain elevator

The bucket elevator is very suitable for this dryer. However the capacity of this elevator should be met the character of intermittent flow of the star type roller, and different flow speeds of grains with different moisture content. The belt of the elevator is better made of rubber outside and cloth inside so to met the wet condition and various loads. This arrangement can prevent slippage and stoppage.

3. Drying function

(1) moisture content 23—13%, heavy broken rice 5% after drying, ponlai rice.

Model	average heat flow temperature (°C)	drying capacity (Kg/rev.)	drying speed (%/hr)	drying capacity (T/%/hr)	fuel comsumed (L/hr)	fuel comsumed (L/T-%)
AR-5	54	75.6	0.57	0.43	0.98	2.24
ARE-1	52	3245	0.45	1.46	1.82	1.30
ARE-1 modified	58	1609	0.82	1.32	2.18	1.65

(2) Moisture content 23-13%, heavy broken rice 10% after drying, ponlai rice.

Model	average heat flow temperature (°C)	drying capacity (Kg/rev.)	drying speed (%/hr)	drying capacity (T/%/hr)	fuel comsumed (L/hr)	fuel comsumed (L/T-%)
ARE-1	50	1962	0.75	1.47	2.9	1.74
ARE-1 modified	49	1578	0.84	1.33	2.59	1.94

(3) Moisture content 23-13%, heavy broken rice 5% after drying, native variety.

Model	average heat flow temper-ature (°C)	drying capacity (Kg)	drying speed (%/hr)	drying capacity (T-%/hr)	fuel comsumed (L/hr)	fuel comsumed (L/T/%)	drying capacity (Kg/day)
ARE-1	52—58	1774	1.48	2.61	3.15	1.21	4447
ARE-1 modified	45—49	1520	1.10	1.67	2.43	1.51	2833

4. Drying cost :

The grain drying cost is NT$0.23—0.60 per Kg (rice moisture content 23-13%). The drying cost will be lower than the horizontal box type dryer if this grain dryer is properly used. However the cost of drying of this dryer will be still higher than the solar drying in southern Taiwan.

The excess cost of drying between this dryer and the solar drying is almost equal to the grain loss each year during the rainy season. Moreover, this grain dryer can be operated together with the rice combine in the same time.

5. Emergency drying

When the native variety rice (moisture content 35—13%) is used, the drying speed is proportional linearly to the drying time (or moisture content of rice grain), when drying temperature is 50—60°C.

(1) When the grain moisture is dried down to 17%, the grain temperature is up to 35°C, the heavy broken rice will be increased to 3—4%.

(2) The moisture of the exhausted heat-flow is no longer saturated when grain moisture is below 28%.

(3) It is a subject for future study that the drying speed should be increased.

grain moisture (%)	35—22	22—17	17—13
drying speed (%/hr)	1.12	0.93	0.80

6. The relationship between drying speed and heavy broken rice is $Y=0.0187x+0.551$, when grain moisture is 23—13%, drying speed is between 0.5—1.2%, where Y is the increased heavy broken rice (%) in the very day of test, and x is the drying speed (%/hr).

水稻根部真菌之分離鑑定及其對稻作生育之影響[1]

張義璋　　杜金池　　簡錦忠[2]

摘　要　依據本研究結果，本省水稻根部眞菌已鑑定者分隷17屬，即：*Aspergillus, Botryoderma, Chaetophoma, Cladosporium Curvularia, Fusarium, Homococus, Humicola, Hymenella, Paecilomyces, Papularia, Phoma, Rhinotrichum, Rhizoctonia solani, Scytalidium, Trichoderma viride* 與 *Verticillium*等。

第一期作與第二期作之稻根眞菌種類及族羣數量互不相同。同為生育後期，前者根部帶有極高族羣之*Curvularia*及*Homococus*，亦帶有第二期作所未分離到的*Botryoderma, Hymenella, Rhizoctonia solani*及*Scytalidium*等。第二期作則帶有較多量的*Aspergillus, Papularia*及*Rhinotrichum*等，並帶有第一期作所未分離到的眞菌為*Chaetophoma*及*Phoma*等。稻根眞菌種類亦因栽培地區不同而有差異，臺中地區以 *Aspergillus, Paecilomyces*較多，而清水地區則以*Papularia, Rhinotrichum*及 *Trichoderma*較多。上述17屬稻根眞菌對水稻生育之影響，可分成抑制、促進及無影響等三類，其影響之程度因菌株而異，即使同屬之菌株，其影響程度亦參差不一。對第二期作水稻可能引起不良影響之稻根眞菌包括有：*Aspergillus, Trichoderma*及*Humicola*等3屬眞菌。

嚴重發生香蕉黃葉病之蕉園似不宜轉作水稻，因香蕉黃葉病菌會侵染稻根，產生褐斑，繼之枯死，嚴重影響株高及根長。

前　　言

水稻二期作減產之原因為近年來本省農業界之熱門研究題目。其減產原因，據湯文通和李水龍(12)氏等認為氣象因子為主要原因。張學琨等氏(11)進一步指出係因高溫、多雨所造成之排水不良，及土壤還原加激與强烈季節風害及氣溫驟降等所致。上述氣象因子對稻作之直接影響，雖已有研究與改進(11)，但對生存於稻田之土壤微生物之影響，却尚無報導。據Das(1)報告，降雨量、土壤含水量及氣溫之變化等對稻田土壤內眞菌種類及族羣之消長影響頗大。某些生存在植物根表面的眞菌亦會干擾植物吸收營養份(8)或誘發疾病(6)。故在第二期水稻栽培期間稻田土壤內眞菌種類與族羣之變化是否也會導致稻株生育衰弱，造成減產的原因，甚值檢討。

杜金池等(10)曾報導亞麻立枯病病原菌 (Fusarium oxysporum f. sp. lini) 會侵入水稻，造成水稻減產。本研究除比較本省中部地區第一期作與第二期作水稻田土壤根羣表面之眞菌種類外，並探討這些眞菌對水稻是否亦有不良影響。另因屏東香蕉栽培地區發生嚴重的香蕉黃葉病後往往轉作水稻，故亦一併研究香蕉黃葉病病原菌 (F. oxyspoxum f. sp. cubense) 是否亦影響水稻生長，俾確定香蕉黃葉病激發田適否轉作水稻之依據。

材料與方法

1. 水稻根部表面及組織內之真菌分離與鑑定及接種試驗

據中興大學王銀波教授之研究（私人通信），臺中中興大學農場之第一期作與第二期作水稻產量

1.本研究係國科會研究補助計畫NSC—65B—0409—08 (01) 之研究成果，試驗研究報告農試字第八一六號。

2.臺灣省農業試驗所技佐，技正兼植物病理系主任及技正。

差異極顯著，而臺中縣清水鎮之第一期作與第二期作間差異却不顯著。因此，本研究乃於上述兩地各覓定稻田八處，每處約0.1公頃，供分離根羣表面及根內之眞菌。

供試稻田均種植蓬萊稻（臺南5號）。分別於插秧後一個月、二個月及三個月等三時期，將稻株連根挖起並陰乾之。稻株取樣的方法是先將每處稻田劃成8個面積相同的小區，每小區隨機挖取4叢水稻，使每處稻田之水稻樣品數達32叢。

陰乾後之稻株先輕輕剝除附在根部之多餘土塊，再以毛刷刷落根表面土壤。經上述處理後之稻根切成2cm左右之段片，取10g連同100ml之0.2%水瓊脂（Water agar），在攪拌器內打碎2分鐘，再以無菌水調成10—3稀釋液。將稀釋液1ml滴於培養皿內，另加入冷却至45°C Dextrose-peptone-yeast extract agar（DPYA）[4] 15ml行稀釋平板培養[1]。在28°C恆溫箱內培養三天後將個別菌落挑出，培養於 Potato-dextrose agar（PDA），以利屬名的鑑定，並統計同屬眞菌之總數。

依上述方法分離所獲之眞菌，分別培養於 Czapek-Dox solution[5]，在28°C恆溫箱內培養，俟菌絲蓋滿6cm直徑之培養液表面後，挑出菌落，加無菌水100ml，以攪拌器打碎製成懸浮液，供爲接種源。

水稻種子（臺南5號）經1%次亞氯酸鈉液處理10分鐘，再以清水漂洗後置於30°C恆溫下催芽3天備用。直徑12cm，高5cm之培養皿盛輕蛭石並加入適當水份後播植催芽後之種子30粒，置於溫度25～32°C，光照1000～1200 Lux12小時之植物生長箱內3天，俟稻苗開始正常生長後每皿接種上述接種源20c. c.。接種20天後調查株高、根長及生長狀況（包括葉片色澤等），以未接種之水稻爲對照，同時分離稻根，確定供接種之眞菌是否侵入根組織內。

供試菌株共316個，但接種試驗後發現對水稻有影響，而統計上達5%差異顯著性者僅189菌株。這些菌株先依所鑑定之屬名歸類後，再自各屬眞菌中隨機選取47菌株，進一步辦理網室盆栽試驗。

在網室內以Wagner's栽盆（1/5000英畝）盛裝280g輕蛭石，接種上述供試眞菌接種源50ml，同時加入過磷酸石灰0.72g，再覆以100g輕蛭石，加水靜置。翌日插植秧苗（秧齡15天，臺南5號品種）。插植後第三天再施以尿素0.54g。爲防止眞菌代謝物質累積於栽盆內，插秧後每7日換水一次。換水後再施肥，施肥量爲尿素0.54g，，氯化鉀0.25g，過磷酸石灰0.18g。試驗期間共計換水4次。插秧20日後調查株高及稻株生育狀況。本項試驗於民國65年8月至10月間（第二期作栽培時期）進行，返覆試驗2次。

2. 香蕉黃葉病病原菌（*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*）對水稻生育之影響：

自屏東縣林邊鄉香蕉黃葉病激發田（發病率85%），罹病株邊採回病土，先以PCNB-agar按稀釋平板法[3]分離病原菌再經接種試驗，確定土壤內含有*F. oxysporum* f. sp. *cubense*，其族羣密度爲780 colony/per g. soil。上述土壤分成(1)以濕熱60°C殺菌2小時，再分離及接種，證實已無*F. oxysporum* f. sp. *cubense*存在，及(2)未予任何處理等。土壤分別裝在直徑12cm高5cm之玻璃培養皿內，加入無菌水，並播種催芽後之水稻（臺南5號）種子。20天後調查稻苗之根長、株高及生育狀況。另切取稻根洗淨，以0.5%次亞氯酸鈉處理3分鐘，再以無菌水漂洗，切取稻根陰乾並切成1cm段片，每稻苗任取10片培養於PDA培養基，分離並接種，以瞭解水稻根部有否受*F. oxysporum* f. sp. *cubense*侵入。

試驗結果

1. 水稻根圈真菌類：

本研究利用DPYA分離稻根結果，共獲17屬眞菌（表1及圖1）。實際上，眞菌種類必多於17屬，因尚有7.9～27.2%之眞菌在PDA上不產生孢子而無法鑑定。所獲17屬眞菌爲：*Aspergillus*, *Botryoderma*, *Chaetophoma*, *Cladosporium*, *Curvalaria*, *Fusarium*, *Homococus*, *Humi-*

cola, Hymenella, Paecilomyces, Papularia Phoma, Rhinotrichum, [*Rhizoctonia solani, Scytalidium, Trichoderma viride* 及 *Verticillium*等。

上述各屬眞菌之分離率，因水稻栽培時期及生長情形而差異頗大。第一期作後期以*Curvularia, Homococus, Humicola*及 *Rhinotrichum* 等4屬眞菌較多，而且 *Botryoderma, Hymenella, Rhizoctonia, Scytalidium* 等4屬眞菌爲第一期作稻根所獨有。第二期作初期以 *Paecilomyces*分離頻率最高，其次爲*Trichoderma, Cladosporium*及 *Chaetophoma* 等，中期以 *Rhinotrichum, Aspergillus*及*Trichoderma* 等之分離頻率特別高，*Papularia* 及 *Paecilomyces* 次之；後期以 *Papularia, Trichoderma*及*Rhinotrichum*等之分離頻率較高。

第二期作水稻根部眞菌種類及族羣消長，因栽植地區不同而異（表2）。臺中地區之稻根以 *Paecilomyces*及 *Aspergillus* 眞菌爲主要，而淸水地區之稻根則以 *Trichodcrma, Rhinotrichum* 及*Papularia*等三者爲主。

表 1. 稻根眞菌種類及其分離頻率

Table 1. Relative frequency (% occurrence) of fungi isolated from rice roots

眞　菌　別 Fungi	一期作1st Crop	二　期　作　2nd Crop		
	Late stage (June)	Early sage (August)	Mid stage (September)	Late stage (October)
Aspergillus sp.	3.90	0.2	21.4	7.2
Botryoderma sp.	2.6	0	0	0
Chaetophoma sp.	0	10.9	0	2.3
Cladosporium sp.	2.6	11.8	0	3.1
Curvularia sp.	10.4	5.7	0.1	4.8
Fusarium sp.	3.9	0.5	0	0.1
Homococus sp.	10.4	2.5	0	3.1
Humicola sp.	9.1	1.6	0	9.6
Hymenella sp.	1.3	0	0	0
Paecilomyces sp.	2.6	23.9	7.9	9.8
Papularia sp.	7.8	0.1	11.1	15.7
Phoma sp.	0	0.3	0	0.2
Rhinotrichum sp.	9.1	0	31.2	13.2
Rhizoctonia solani	2.6	0	0	0
Scytalidium sp.	1.3	0	0	0
Trichoderma viride	1.3	15.3	19.6	13.9
Verticillium sp.	2.6	0	0.8	0.3
Not identified	27.2	27.2	7.9	25.7

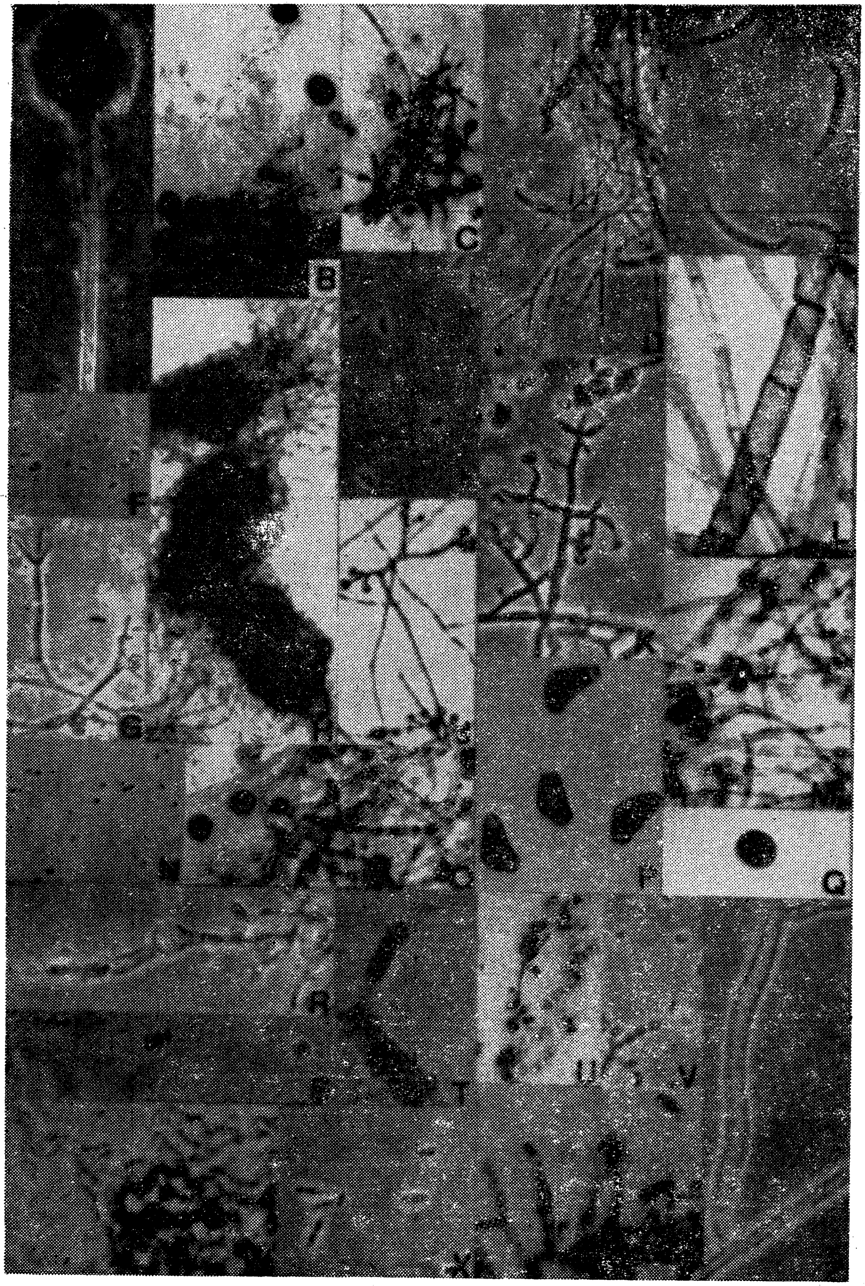


圖1.主要之稻根眞菌

Figure 1. Some major rice root fungi. A=*Aspergillus*, B. L. M. Q=*Humicola*, C=*Botryoderma*, D. I. J=*Verticillium*, E=*Fusarium*, F. G=*Hymenella*, H. N. O=*Chaetophoma*, K=*Trichoderma*, P=*Curvularia*, R=*Rhinotrichum*, S=*Papularia*, T=*Scytalidium*, U. V=*Paecilomyces*, W=*Homococus*, X. Y=*Cladosporium*, Z=*Rhizoctonia*.

表 2. 臺中與清水兩地第二期作水稻根部眞菌種類及其分離頻率之比較
Table 2. A comparison on the relative frequency (% isolation) of fungi isolated from roots of 2nd crop rice from Taichung and Chingsuei.

眞菌別 Fungi	臺中 Taichung Early stage (Aug.)	Middle stage (Sept.)	Late stage (Oct.)	Total ave.	清水 Chingsuei Early stage (Aug.)	Middle stage (Sept.)	Late stage (Oct.)	Total ave.
Aspergillus sp.	0.4	49.7	0.7	16.9	0	11.8	0.1	4.0
Chaetophoma sp.	22.5	0	0	7.5	0	0	0	0
Cladosporium sp.	13.5	0	2.8	5.4	10.2	0	11.4	7.2
Curvularia sp.	4.2	0.2	2.2	2.2	7.1	0	0	2.4
Fusarium sp.	0	0	0	0	1.0	0	0	0.3
Homococus sp.	3.7	0	0	1.2	1.5	0	9.0	3.5
Humicola sp.	3.4	0	9.1	4.2	0	0	9.7	3.2
Paecilomyces sp.	46.3	6.0	3.5	18.6	3.0	8.6	5.0	5.5
Papularia sp.	0.3	0.3	24.6	8.4	0	14.7	27.5	14.1
Phoma sp.	0	0	0.2	0.1	4.9	0	0.5	1.8
Rhinotrichum sp.	0	3.5	2.4	2.0	0	40.6	9.0	16.5
Trichoderma sp.	0	19.7	8.0	9.2	29.7	19.6	10.0	19.8
Verticillium sp.	0	0	0	0	0	1.1	0	0.4
Not identified	5.7	20.6	55.5	27.3	42.6	3.6	26.8	24.3

2 水稻根部真菌對稻作生育之影響

第一期作所分離得各種眞菌中，以 *Aspergillus*, *Botryoderma*, *Hymenella*, *Paecilomyces* 及*Rhizoctonia*等之全部菌株對水稻生育有顯著不良之影響，而 *Humicola*, *Papularia*, *Homococus*則等分別有95% 、83% 、75%及67%之菌株對水稻生育發生不良作用 ，另外 *Cladosporium*, *Trichoderma*及*Verticillium* 則均有50%菌株對水稻生育有不良影響，其餘 *Curvularia*, *Rhinotrichum*等之有害菌株甚少。事實上，有些菌株不但無害 ，反而會促進水稻生長，如 *Scytalidium* 之菌株便有促進稻株生長的作用 ，另 *Cladosporium*, *Verticillium*, *Fusarium*, *Curvularia*, *Homococus*及*Humicola*等之部份菌株亦有相同之作用。

第二期作水稻，因栽培區域不同，非但所獲根部眞菌不儘相同已如前述，而且對水稻有不良影響之眞菌種類亦頗有出入。臺中地區以 *Chaetophoma* 各菌株對水稻均有不良作用，但該菌却並未在清水地區分離到，其餘對水稻有害之眞菌，依有害菌株之多寡 ，順序為 *Papularia*, *Curvularia*, *Phoma*, *Trichoderma*, *Paecilomyces*, *Aspergillus*及*Humicola*等。另51%之*Paecilomyces*菌株，27%之*Cladosporium*菌株，5 %之*Humicola*菌株及 1 %之 *Aspergillus*和*Papularia*菌株對稻作生育有促進作用。清水地區之稻根眞菌對水稻生育有害者以*Fusarium* (100%菌株) ，*Verticillium* (100%菌株) *Papularia* (99%菌株) ，*Rhinotrichum* (99%菌株) ，*Homococus* (94%菌株) 及*Paecilomyces* (91%菌株) 等為主，*Phoma*及 *Trichoderma* 亦分別有70%及50%菌株有害，餘*Cladosporium*及 *Curvularia* 亦有少數菌株對稻作有不良影響。清水地區對稻作生育有促進作用之稻根眞菌以*Humicola* (100%菌株) 為主*Cladosporium*及*Curvularia* 亦分別有74%及66%之菌株*Trichoderma*, *Homococus* 及 *Paecilomyces* 則僅有極少數菌株有些作用。有關各稻根眞菌

對稻作生育有影響之菌株百分率，請參閱表 3。

表 3. 水稻根部眞菌對稻作生育之影響

Table 3. Influence of rice root fungi on the rice growth.

眞菌別 Fungi	第一期作（臺中） 1st Crop (Taichung)			第一期作（臺中） 2nd Crop (Taichung)			第二期作（清水） 2nd Crop (Chingsuei)		
	抑制	促進	無影響	抑制	促進	無影響	抑制	促進	無影響
Aspergillus	100	0	0	17	1	82	1	0	99
Botryoderma	100	0	0	—	—	—	—	—	—
Chaetophoma	—	—	—	100	0	0	—	—	—
Cladosporium	50	50	0	0	27	73	26	74	0
Curvularia	25	13	62	70	0	30	8	66	32
Fusarium	67	33	0	—	—	—	100	0	0
Homococus	75	13	12	0	0	100	94	6	0
Humicola	95	5	0	5	5	90	0	100	0
Hymenella	100	0	0	—	—	—	—	—	—
Paecilomyces	100	0	0	42	51	7	91	1	8
Papularia	83	0	17	88	1	11	99	0	1
Phoma	—	—	—	50	0	50	70	0	30
Rhinotrichum	14	0	86	67	0	33	99	0	1
Rhizoctonia	100	0	0	—	—	—	—	—	—
Scytalidium	0	100	0	—	—	—	—	—	—
Trichoderma	50	0	50	47	0	53	50	30	20
Verticillium	50	50	0	—	—	—	100	0	0
Not identified	86	5	9	42	2	54	75	1	24

註：1.表列數字係菌株百分率。

2.抑制或促進之判定標準係依生物統計分析結果，凡接種該菌株處理與未接種處理之株高差異達 5 %標準者方認定之。

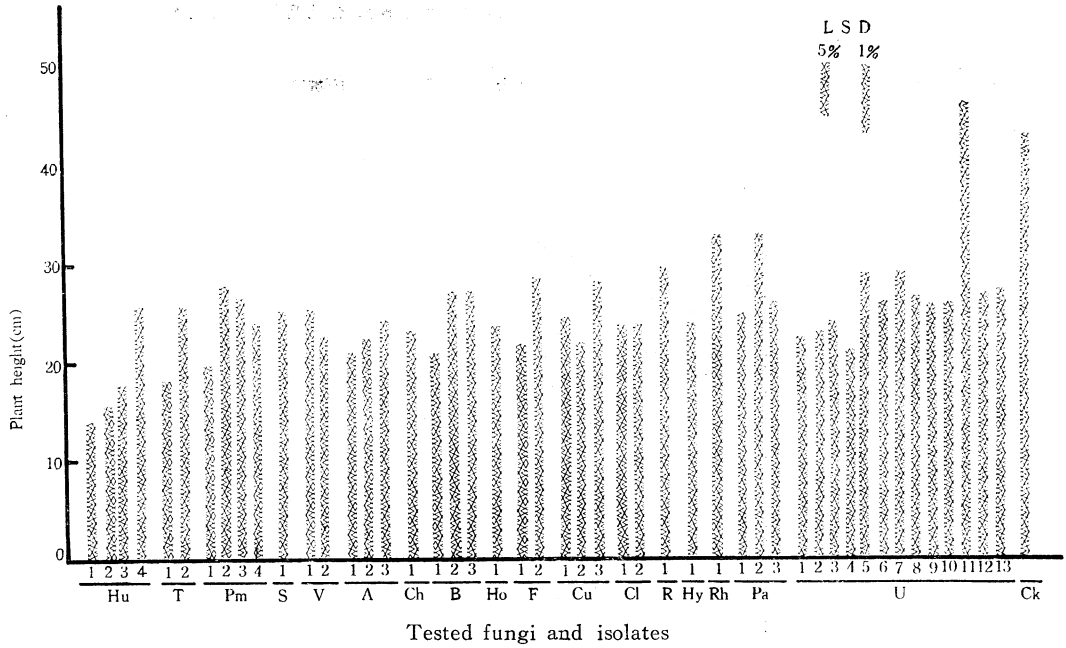


圖 2.水稻根部眞菌47菌株對水稻苗生育之影響（接種後20天）

Figure 2. Rice plant height after inoculation of 47 isolates of root fungi for 20 days.

圖 3.供試水稻根部眞菌47菌株對稻作生育之影響（圖中所示英文字母及阿拉伯數字係菌株代號）

Figure 3. Growth reduction of rice seedlings after inoculation with 47 isolates of root fungi. (the English letter and different code No. indicate fungal isolates)

經上述試驗後，依完全逢機法任選47有害菌株進行網室盆栽試驗。該試驗結果詳如圖 2 及圖 3 。各菌株對稻作之影響情形與植物生長箱內之試驗結果大致相同。大部份菌株對稻作之株高抑制情形均

達5％或1％之顯著水平。其中尤以供試*Humicola*之3菌株對水稻之生育影響最大。

3 香蕉黃葉病病菌對稻作生育之影響

含有香蕉黃葉病菌之土壤栽植水稻後，水稻苗的生長會明顯地受到不良影響。不但水稻苗顯著矮化（圖5），分枝減少（圖4），且亦侵入稻根，使稻根先產生褐色斑塊，漸擴大而致枯死（圖6）。被侵染之稻根橫切面並未檢查到維管有被侵染之情形。換言之，稻根被害僅局限於皮層部。

圖 4.健土（無病原菌）及病土（含有黃葉病原菌）種植水稻20天後之情形
Figure 4. Rice growth on healthy (pathogen-free) and sick (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* contaminated) soils for 20 days.

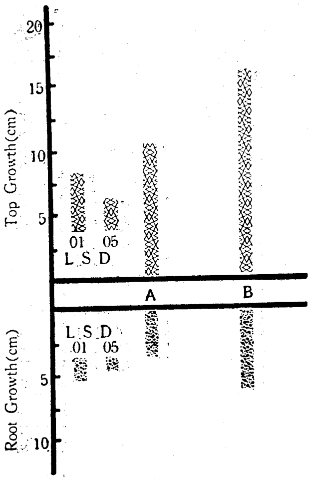


圖 5.香蕉黃葉病病土（A）與無黃葉病菌之健土（B）插植水稻苗20日後之株高及根長比較
Figure 5. Plant height and root length of rice growing on banana-wilt sick (A) and healthy (B) soil.

圖 6.病土種植水稻20天後，水稻根部被黃葉病原菌(*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*)侵染呈褐變枯死（圖左），而健土所栽植水稻根部則生長正常無病斑(圖右)
Figure 6. Rice root was infected with *F. oxysporum* f. sp. *cubense* showing brown discoloration on banana-wilt sick soil (left) in 20 days after trans-planting, while root was free from disease and grew normally on healthy soil (right).

討論與結論

關於水稻根部眞菌之文獻一向較少，而這些棲息在水稻根部之眞菌對稻作生育之干擾與影響情形，更鮮有報導。Das氏[1]對印度稻田內根棲及土棲眞菌種類之消長，與土壤內有機質種類、氣候變化及土壤種類之影響曾有報導，但這些眞菌類對稻作生育是否有影響，則未涉及。

據Das[1]之報導，*Aspergillus*和*Penicillium*兩屬爲稻田中極普遍之眞菌，並以幼根攜帶率較高。本省稻田在第二期作生育中期之稻根可分離到極高數量之*Aspergillus*但前期及後期則甚少。鑒於第一期作與第二期作水稻生育後期均只分離到少量*Aspergillus*之事實，該屬眞菌誠如Das氏[1]所報導，應係稻根尚未老化前之根棲眞菌。*Penicillium*屬眞菌本研究並未分離到，顯示其存在量極少。因本研究供分離之稻田只有2地區(臺中與淸水)，而且也只採用稻根分離法一種，故*Penicillium*在稻田內之存在問題尙不敢斷言。

*Trichoderma viride*在第一期作後期只有極少量，但在第二期作却無論是稻作生育前、中、後期均有極平均而較高的分離率，Das氏[1]亦得到相同的結果。因此*T. viride*在第一期與第二期作水稻根之存在量不同，至爲顯然。加以*T. viride*有50%左右之菌株對稻作生育有抑制作用（表3），因此，第二期作水稻受到*T. viride*之影響，必將加重。*Trchoderma*雖然可存在於活植物的根，但在腐植質上行腐生生存的效果更佳[1]。故依*Garrett*氏[2]對土棲菌類之劃分，應歸屬於「土棲眞菌」（*soil, inhabitant*），亦可歸爲「兼性根棲眞菌」（*Faculatative root-inhabitants*）。

稻株老化後，稻根常有較高的*Humicola*分離率[1]。本研究亦得到相同的結果。在各種稻根眞菌對稻作生育影響試驗中，*Humicola*對稻苗有極顯著的抑制效果（圖2）。雖然*Humicola*在稻作生育後期才大量發生，但在本省耕作制度下第一期作與第二期作之間隔時間極短，第一期作收穫後殘存在土內之*Humicola*對第二期作稻苗之影響，甚値重視。尤其是同爲第二期作，在臺中地區之生育初期可分離到*Humicola*，但在淸水却無（表2）。據中興大學王銀波教授之經驗（私人通信），臺中地區之第一期作與第二期作間產量差異極大，而淸水地區則否之事實，Humicola對第二期作水稻之減產，可能扮演重要角色，値得吾人繼續研究。

本研究對*Fusarium*及*Rhizoctonia solani*之分離率均極低，尤其是第二期作根本沒有分離到*R. solani*（表1），這種現象可能與本研究所採用的分離方法有關。Das氏[1]以土壤稀釋平板法亦未分離到上述兩種眞菌，只有採用腐植質分離法才少量地分離到。第二期作*R. solani*之分離率更低之原因，可能和*T. viride*之族羣增多有關[1]，因*T. viride*已知對*R. solani*有病原性[9]。

綜觀前述研究結果，吾人可知第一期作和第二期作之稻根眞菌顯然不同。同爲生育後期，前者根部帶有極高數量的*Curvlaria*與*Homococus*，亦帶有第二期作稻根分離不到的*Botryoderma, Hymenella. R. solani,* 及*Scytalidium*等，但第二期作後期却帶有較多量的*Aspergillus, Papularia*及*Rhinotrichum*等，亦有第一期作所無之眞菌如*Chaetophoma*及*Phoma*等。稻根眞菌種類亦因栽培地區不同而有差異，臺中地區以*Aspergillus*與*Paecilomyces*較多，而淸水地區則以*Papularia, Rhinotrichum*及*Trichoderma*較多。分離自水稻根部之眞菌已鑑定者可分隸17屬。對水稻生育之影響，因菌株而異，即使同屬之菌株，其影響稻作生育之情形亦參差不一(表3)。依上述討論，對第二期作水稻之生育可能有不良影響之眞菌，以*Aspergillus, Trichoderma*及*Humicola*較有可能。

嚴重發生香蕉黃葉病之蕉園廢耕後可否轉作水稻，一直爲各界所關注。Stover氏[7]曾倡言輪栽水稻配合長期積水處理，可降低土壤內之殘存病原菌。但本省在經濟利用農田情形下，輪栽水稻則可，如配合積水則因必須積水深3呎，並持續3—18個月之久，故絕難實現。雖然病田栽植水稻後對香蕉黃葉病原菌之作用效果尙無定論，但對水稻生育是否有不良影響，則爲另一値得探討的問題。本研究依據溫室試驗結果發現香蕉黃葉病原菌會侵染水稻根部，使稻根產生褐斑，終致枯死（圖6），並且株高及根長均有顯著矮化現象（圖4及圖5）。雖然尙無田間試驗結果以資印證，但爲確保農民之收益，發生香蕉黃葉病之蕉園似不宜轉作水稻。

參 考 文 獻

1. Das, A. C. 1963. Ecology of soil fungi of rice fields. 1. Succession of fungi on rice roots. 2. Association of soil fungi with organic matter. Trans. Brit. Mycol. Soc. 46 : 431—443.
2. Garrett, S. D. 1956. Biology of root-infecting fungi. Cambridge University Press.
3. Nash, Shirley M., and W. C. Snyder. 1962. Quantitative estimations by plate counts of propagules of the bean root rot *Fusarium* in field soils. Phytopathology 52 : 567—572.
4. Papavizas, G. C., and C. B. Davey. 1959. Evaluation of various media and antimicrobial agents for isolation of soil fungi. Soil Sci. 88 : 112—117.
5. Raper, K. B., and C. Thom. 1949. Manual of the penicillia. Th Williams and Wilkins Co., Baltimore. Md.
6. Rishbeth, J. 1951. Observations on the biology of *Fomes annosus* with particular reference to East Anglian pine plantations III. Natural and experimental infection of pines, and some factors affecting severity of the disease. Ann. Bot., Lond., N. S., 15. 221—246.
7. Stover, R. H. 1962. Fusarial wilt (Panama disease) of bananas and other Musa species. Phytopath. paper No. 4, Commonwealth Mycol. Inst., Kew, Surrey.
8. Subba-Rao, N. S., R. G. S. Bidwell, and D. LBalley. 1961. The effect of rhizoplane fungi on the uptake and metaboilism of nutrients by tomato plants. Canad. J. Bot. 39 : 1759—1764.
9. Weindling, R. 1932. *Trichodermv lignorum* as a parasite of other soil fungi. Phytopathology 22 : 837—845.
10. 杜金池、程永雄、張義璋。1977 。 田間亞麻萎凋病鐮刀菌與水稻之相互關係研究 。 中華農業研究26（1）：64—71。
11. 張學琨、胡燦、宋勳、侯福分、曾勝雄、洪秋增。1976。 臺灣中南部二期水稻綜合改進成果報告。（一）彰化縣排水不良及沿海地區二期稻作增產方法之研究。臺灣農業季刊12（3）：90—97。
12. 湯文通、李水龍 。 1962 。 臺灣水稻第二期作單位面積產量不如第一期作之原因及其改進方法 。科學農業11 (1,2) 9 —33

ISOLATION AND IDENTIFICATION OF FUNGI FROM RICE ROOTS AND THEIR INFLUENCES ON THE RICE GROWTH

Y. C. Chang, C. C. Tu, and C. C. Chien

Summary

Seventeen genera of fungi were isolated from rice roots in Taiwan. They were *Aspergillus. Botryoderma, Chaetophoma, Cladosporium, Curvularia, Fusarium, Homococus, Humicola, Hymenella, Paecilomyces, Papularia, Phoma* › *Rhinotrichum, Rhizoctonia solani, Scytalidium, Trichoderma viride* and *Verticillium.*

The fungal genera and populations varied greatly between the 1st and 2nd crop of rice roots. For instance, roots of the 1st crop rice harborred higher population of*Curvularia* and *Homococus* at the late stage of growth, whereas those of the 2nd crop rice had higher population of *Aspergillus, Papularia* and *Rhinotrichum. Botryoderma, Hymenella, R. solani* and *Scytalidium* were isolated from roots of the 1st crop rice but not from those of the 2nd crop rice, while *Chaetophoma* and *Phoma* vice versa. The difference also occurred between localities : the Taichung area had more *Aspergillus* and *Paecilomyces* and Chingsuei area had more *Papularia, Rhinotrichum* and *Trichoderma.*

The influence of these root fungi on the rice could be grouped into (1) retarding the growth, (2) stimulating the growth and (3) no interference. The ability of influence depended on the individual isolate of fungi concerned. However, it was concluded that *Aspergillus, Trichoderma* and *Humicola* might play an important role in the productivity of the 2nd crop rice.

Soils heavily infested with *F. oxysporum* f. sp. *cubense* are not suitable for the growth of rice. The greenhouse experiment indicated that rice roots could be penetrated by this pathogen and resulted brown discoloration and the death of roots.

旱田病圃稻熱病的發生與氣象[1]

蔡 武 雄[2]

摘要：在旱田病圃臺南五號稻熱病的發生不受每月平均溫度變化的影響，從四月到十月均可發病，但嘉農秈八號的發病受每月平均溫度變化的影響，在高溫時期的六月到十月中旬病斑數甚多，此期間病斑數也較臺南五號多。利用Kramar-Collins胞子採集器採集胞子時，一般從下午八時到翌日早晨八時胞子數最多，但空氣中胞子數亦受下雨的影響而減少，細雨不影響胞子採集數。下雨日數多，病斑數亦多。嘉農秈八號 R, M 及S 型的病斑數比例受溫度的影響，在高溫時 R型的比例較少，但溫度較低時 R型的比例增多。

前　言

影響稻熱病發病的主要氣象因子有溫度、濕度、下雨日數、雨量、日照、風速及露水(4·6·9)等，這些因子直接或間接的影響寄主的抗病性及病原菌的產胞、胞子的逸散、發芽、侵入寄主及形成病斑。在本省易發病地區，稻熱病流行期間，其潛伏期約為 3 ～ 4 天(1)。發病嚴重的水稻田，從發現病斑到病勢進展到最高峰僅需14天，所以稻熱病常在短時間內造成大危害。施藥並不能完全抑制病勢進展，只是防治效果良好的藥劑病勢進展慢，效果差的藥劑病勢進展快(2)。

本試驗係在嘉義農業試驗分所設置病圃，從一月開始到十二月底每天觀察發病情形，並以 Kramar-Collins 胞子採集器收集胞子，如此可以經年有寄主及病原菌存在，以探究發病與氣象因子的關係。本試驗從民國64～66年共進行三年，目前僅就部份資料整理成篇，藉供參考。

材料及方法

在本分所試驗田每兩個星期設置一個病圃，病圃大小為長 3 公尺寬 2 公尺。病圃中每兩行交互播種臺南五號及嘉農秈八號共12行，行距為25公分。施肥量為每公頃硫酸錏600公斤，過磷酸石灰100公斤及氯化鉀40公斤，硫酸錏分別在播種時及播種後10、20及30天等量分施，其餘磷鉀肥在播種時施用。病圃經過50天以後將水稻去除，重新設置病圃，故經常有五個稻齡不同的病圃同時存在。

另在溫室每天播種臺南五號及嘉農秈八號之種子於 5 吋大小的植缽中，每品種種四個缽，每植缽四稻苗。當水稻長至四星期左右時，每品種移四個植缽到病圃中使感染稻熱病，經24小時後每品種移二個植缽到另一個溫室，使產生病斑。另兩個植缽留在病圃，一個星期後計算稻株的病斑數。本報告之病斑數係採用留在病圃內兩個植缽的病斑數。

在病圃中央放置 Kramar-Collins 胞子採集器，其吸入口離地面八十公分，每小時吸四次，每次一分三十秒鐘，所以每小時共吸氣六分鐘，其吸氣量為每分鐘20公升。每天24小時連續採集，每天下午二時更換載玻片，載玻片上塗抹粘膠，粘膠的配方為明膠 40g ，甘油 80ml ，硫酸銅 9 g ，蒸餾水 100ml ，以間接加熱法溶成綠色粘劑。載玻片每天有24條明顯的帶痕，將載玻片以顯微鏡150× 觀察並記載胞子數目。此外並設置自記溫濕度計，露水計及雨量計等氣象儀器。

本報告為國家科學委員會補助研究計畫 75 (NSC) —A11—A—2497 (6—1) 及 77 (NSC) —A11—A—2570 的一部份。

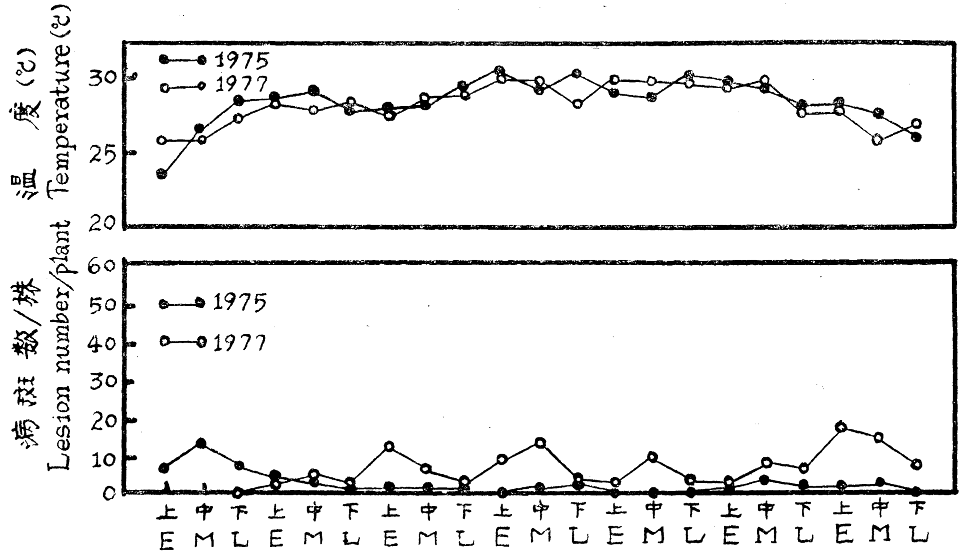
1.試驗研究報告農試字第八一七號

2.臺灣省農業試驗所嘉義農業試驗分所技士

試驗結果

1. 水稻品種之發病與月平均溫度：

臺南五號發病對溫度的反應不明顯，民國64年4、5及9月可以發病，病斑數目較多，民國66年從5月開始發病，一直到10月均可發病（圖1）。嘉農秈八號對溫度的反應比較明顯，在4、5月平



E : Early　　M : Middle　　L : Late

月份	四	五	六	七	八	九	十
Month	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.

圖 1. 臺南五號每月發病情形

Fig. 1. Monthly disease incidence on Tainan 5.

均溫度較低時，病斑數目較少。從6月開始病斑數目開始增多，7、8、9到10月中旬病斑數最多，10月中、下旬以後病斑數開始下降。所以嘉農秈八號似乎在高溫的月份比較容易發病（圖2），同時嘉農秈八號在發病期間其病斑數較臺南五號多，可見在旱田病圃嘉農秈八號比較感病。

2. 發病與下雨日數：

民國64年10月上旬下雨日數9天，病斑數平均每株爲42.5，中、下旬下雨日數各爲2天，病斑數平均每株僅 8.2及3.3。民國66年7月上、中旬下雨日數均爲5天，病斑數各爲10.7及 11.0，下旬下雨日數爲10天，病斑數增至25.7。故在某一段時間內，若下雨日數多發病亦多，下雨日數少則發病亦少（表一）。

3. 病斑型與溫度：

稻熱病病斑型可分爲R（抗病性），M（中間性）及S（感病性）三種[3]。嘉農秈八號的R, M及 S 型病斑數的比例受到溫度的影響（表二）。在10月下旬平均溫度爲 28.1°C ，中旬平均溫度爲25.9°C，相差達 2.2°C。10月上旬與中旬的最高溫度相差 1.4°C，，最低溫度相差達 2.9°C ，10月上旬的 S, M 及 R 型病斑數的比例爲1 ：10、7 ：64，10月中旬因溫度急速下降，而以最低溫度下降尤甚，所以 S, M 及 R 型病斑數的比例爲1 ：15、7 ：21.4。即嘉農秈八號在高溫時出現的病斑型以 S 及 M 型居多，但在溫度較低時出現的病斑型以 R 型較多。

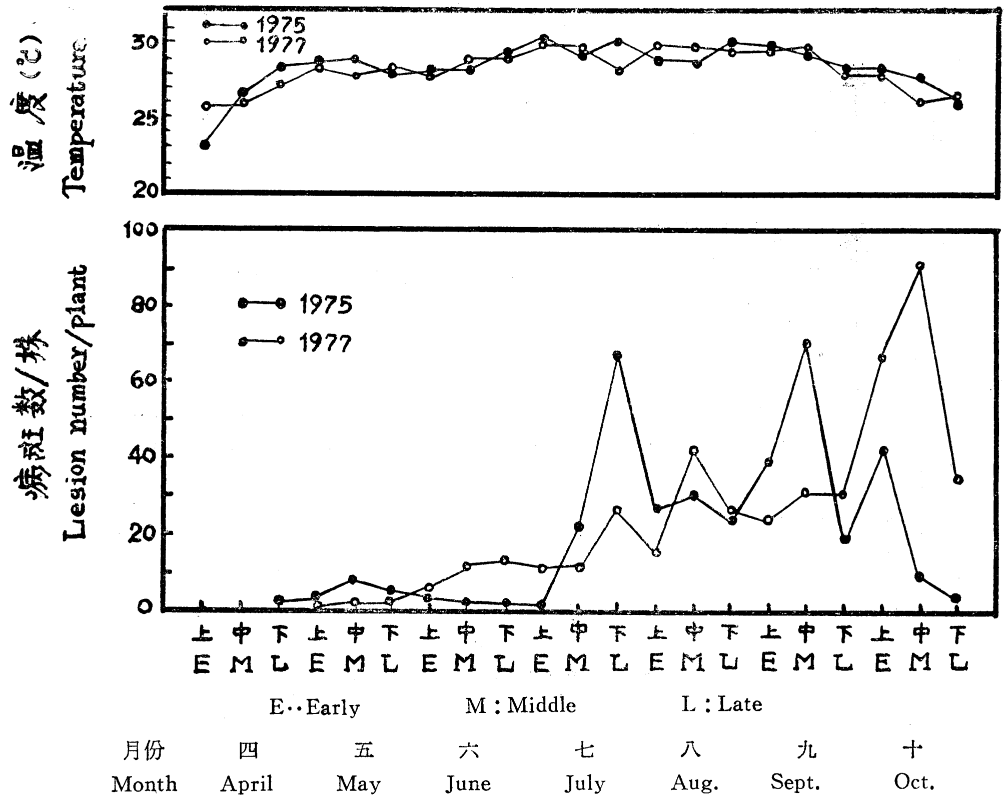


圖 2. 嘉農秈八號每月發病情形

Fig. 2. Monthly disease incidence on Chia-nung-shen 8.

表一 下雨日數與發病的關係（嘉農秈八號）

Table 1. Relationship between the number of rainy days and disease incidence (Chia-nung-shen 8)

日期 Date		下雨日數 Number of rainy days	每株病斑數 Lesion number/plant	平均溫度 Average temperature
1975年10月	上 Early	9	42.5	28.3
Oct. 1975	中 Middle	2	8.2	27.6
	下 Late	2	3.3	26.0
1977年7月	上 Early	5	10.7	30.2
July 1977	中 Middle	5	11.0	29.4
	下 Late	10	25.7	28.0

表二 溫度對 S, M, R 型病斑數的影響（嘉農秈八號）

Table 2. Influence of temperature on the number of S, M and R lesions (Chia-nung-shen 8)

日期 Date		病斑數/株 Number of lesion/plant			溫度 Temperature (°C)		
		S	M	R	Max.	Min.	Ave.
10月 上旬	Oct. Early	3.7	39.7	23.8	32.4	23.8	28.1
		(1)	(10.7)	(6.4)a			
中旬	Middle	2.4	37.6	51.3	31.0	20.9	25.9
		(1)	(15.7)	(21.4)			

a S, M, R 病斑數的比例

Ratio of the number of S, M and R lesions.

4. 每天的胞子採集數之變化：

以民國66年10月2～10日爲例，因在此期間不下雨，可不因下雨而影響胞子的採集。一天當中，空中胞子數從下午8時到次日8時較多，故胞子的釋放仍以晚間爲多（表三）。

5. 空氣中胞子數與雨量：

民國66年9月22日下午7時開始下雨，到23日上午4時止共9小時，下雨量17mm，經過5小時後才開始收集到胞子，9月23日下午2～4時下雨 1.6mm，雨後立即連續可以採集到甚多的胞子。9月24日下午1時到25日上午5時共17小時，下雨 127.6mm，經過5小時後才開始收集到胞子，但最初幾個小時胞子數並不多。9月25日下午6～8時下雨 1.1mm，收集到的胞子數顯著地較下雨前爲多。故小雨後空氣中胞子數多，大雨後空氣中胞子數反而減少（圖3）。

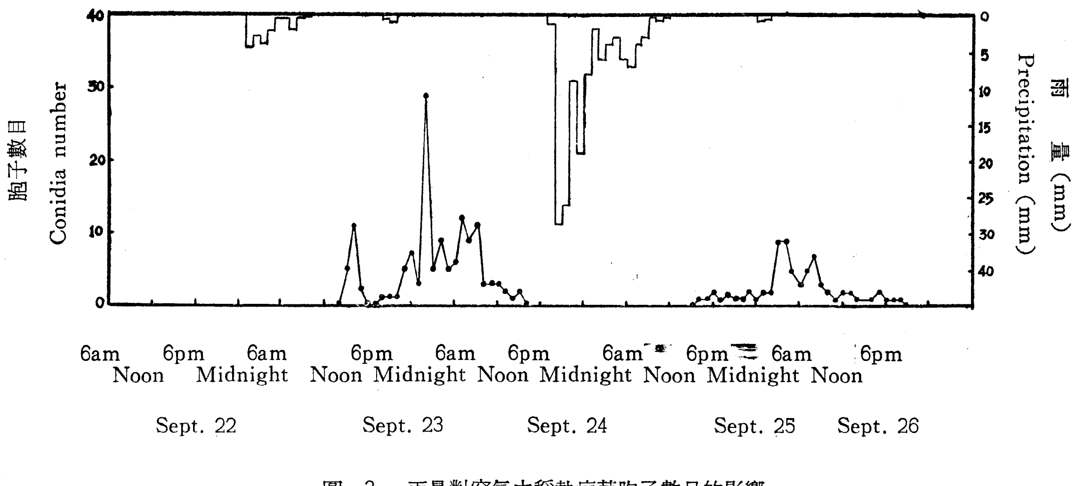


圖 3. 雨量對空氣中稻熱病菌胞子數目的影響

Fig. 3. Influence of precipitation on the number of airborne conidia of *Pyricularia oryzae*.

表三 每天的胞子採集數之變化（1977年10月2～10日）

Table 3. Diurnal changes in rates of conidia trapped (Oct. 2-10, 1977)

日期 Date	時間 (Time) 14—15	15—16	16—17	17—18	18—19	19—20	20—21	21—22	22—23	23—24	24—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	12—13	13—14	計 Total	露水時間 Dew period
10月 Oct. 2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	6	3	4	2	2	0	1	5	4	0	0	30	12(20—8)
3	0	0	0	0	0	1	4	2	11	10	5	17	12	1	13	9	2	3	0	0	0	0	0	0	90	14(17— 7)
4	0	0	0	0	1	0	2	5	1	8	15	30	14	19	23	12	1	7	5	3	9	0	0	0	155	12(19— 7)
5	0	1	0	1	1	0	2	2	4	5	7	24	17	17	30	0	2	0	0	0	0	0	0	0	113	11(21— 8)
6	0	0	1	4	1	2	1	2	0	5	4	0	4	7	6	2	8	5	0	0	1	0	0	2	55	11(21— 8)
7	7	4	0	8	5	4	3	7	2	5	5	3	2	4	4	1	2	12	1	3	1	1	0	6	90	14(20—10)
8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	14	12	27	5	21	3	18	2	0	0	0	0	0	0	105	12(19— 7)
9	0	0	0	1	2	1	3	2	4	1	2	5	4	6	1	1	3	2	3	8	0	1	0	0	50	9(23— 8)
10	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	0	3	2	4	1	0	2	1	2	2	0	0	1	0	23	6(23— 5)
計 Total	7	6	1	14	10	10	15	20	24	39	52	94	83	69	102	32	40	34	11	17	16	6	1	8	711	

討　論

水稻臺南五號在旱田病圃從四月到十月均可發病，其發病程度差異不大。而嘉農秈八號從四月到十月間，以七月中旬以後發病程度顯著地比七月中旬以前嚴重，此情形可能係臺南五號對稻熱病的抵抗性不受溫度的影響，而嘉農秈八號則受溫度的影響較大，在平均溫度高時對稻熱病的抵抗性較差。另一原因可能爲侵害臺南五號的生理小種經年存在，其頻度相差不大；但侵害嘉農秈八號的生理小種則在高溫時出現的頻度頗高[3]。稻熱病菌胞子的釋放以晚上較白天多[5·6·8·9]，但在白天細雨過後也可以大量釋放[6]，由此可知胞子的釋放需要露水或水份。從有露水開始到胞子釋放最多的時候需要經過數小時，如表1所示，10月4日露水從19時開始，而胞子釋放最多係在1～2時，又如10月8日露水也是從19時開始，而胞子釋放最多係在2～3時。水稻稻熱病的病斑型除了受到生理小種的影響外[3]，可能受到溫度的影響。嘉農秈八號在今年（1977年）10月上旬每株的病斑數S爲3.7，M爲39.7，R爲23.8，總和爲67.2。10月中間每株病斑數S爲2.4，M爲37.6，R爲51.3，總和爲91.3。雖然中旬的病斑數較上旬爲多，但其中以R型的病斑所占的比例最多，其原因可能是因從10月上旬到中旬的溫度忽然下降，尤其是最低溫度相差達2.9°C，致使水稻或病原菌受到溫度的影響仍產生多數抗病性的病斑。大雨過後，往往收集不到胞子，必需經過幾個小時以後才可以收集到胞子，小雨過後却可以收集到較多的胞子。小雨（0.0—0.1 mm/hr）對胞子釋放沒有影響，但3.5mm/hr以上則可減少胞子的釋放，此因胞子可被雨滴帶走，同時，大雨可洗去正在產胞的病斑上面的胞子[7·9]。在發病期間降雨日數多時，發病程度較降雨日數少時爲嚴重[8·9]。本試驗結果在同一月份中依降雨日數不同的旬別，以降雨日數多者其病斑數亦多。此可能因連續陰雨天，致使稻株二氧化碳之同化作用及呼吸作用減少，可溶性氮累積於水稻組織，於是生理活動減低，硬度降低，對稻熱病抗抵性亦減低[9]。

參考文獻

1. 吳信淦、陳正次　1977　稻熱病菌與其寄主的相互作用　植物保護學會會刊19 (2) 1：01—118。
2. 蔡武雄　1976　稻熱病在不同藥劑處理下之消長　中華農業研究 25 (3)：199—205。
3. 簡錦忠　1975　長粒型秈稻異常發生穗稻熱病之調查及其病菌生理型之研究　中華農業研究 24 (3、4)：23—31。
4. Kato, H. 1974 Epidemiology of rice blast disease. Rev. Plant Protec. Res. 7：1-20。
5. Ono, K. 1963 Principles, methods, and organization of blast disease forecasting in The Rice Blast Disease. The John Hopkins Press, Baltimore, Maryland 507p。
6. Ou, S. H., V. A. Awoderu and T. T. Ebron, Jr. 1974 Daily periodicity of the conidia release of *Pyricularia oryzae* over a rice blast nursery. Plant Dis. Reptr. 58：544-548。
7. Suzuki, H. 1965 The falling of *Piricularia oryzae*-spore by rain. Proc. Assoc. Plant Protec., North Japan 16：135-137 (In Jap. Engl. Summ.)。
8. Suzuki, H. 1970 Interrelationship between the occurrence of rice blast disease and meteorological conditions. Rev. Plant Protec. Res. 3：1-11。
9. Suzuki, H. 1975 Meteorological factors in the epidemiology of rice blast. Ann. Rev. Phytopathol. 13：239-256。

OCCURRENCE OF RICE BLAST AND METEOROLOGICAL CONDITIONS IN AN UPLAND NURSERY

Wu-hsiung Tsai

Summary

In an upland rice blast nursery, blast on Tainan 5 was not affected by the monthly temperature fluctuation. This disease occurred on Tainan 5 from April to October. But blast on Chia-nung-shen 8 was influenced obviously by the monthly temperature changes. This disease occurred on Chia-nung-shen 8 with much more lesions at the highly temperature month, from June to the middle of October. During this period, the lesions on Chia-nung-shen 8 were abundant than that of Tainan 5. Conidia were trapped with a Kramar-collins spore sampler. A diurnal change of releasing conidia with greater numbers was from 8 pm to 8 am. But the number of conidia could be diminished by a heavy rain. However, a drizzle was favored for conidia released.

Disease incidence of blast also influenced by the number of rainy days. The more rainy days, the more lesions obtained.

The ratio of the number of R, M and S lesions were affected by temperature. At the period with high temperature , the ratio of R lesion was lower than that of lower temperature period.

暗玉米雙雜交種蛋白質含量及其胺基酸組成之研究[1]

鄭心嫻　呂宗佳　萬　雄[2]

本研究獲得之結果摘要如下：

1.13個暗玉米雙雜交種蛋白質含量在 9.39～11.01%，普通玉米臺南5號與臺南11號蛋白質含量分別爲9.60%與9.64%。13個暗玉米雙交種之脂肪含量在4.60～5.70%之間，而普通玉米臺南5號與臺南11號脂肪含量分別爲4.95及5.50%。

2.依據試驗結果，13種雙什交暗玉米的離胺酸含量以gm/100gm蛋白質而言，除代號51增加10%外，代號2較臺南5號增加70%，其餘6種則增加50%，其他雙什交種約增加20%左右。

3.依據美國普渡大學對老鼠飼養試驗結果，飼料中所需重要胺基酸含量之比例爲準，則本試驗雙什交暗玉米各種胺基酸在營養上而言，較普通玉米爲平衡，並不因暗玉米離胺酸含量的提高而受影響。

4.13個暗玉米雙雜交種分析所得17種胺基酸含量間的關係，可獲知如果提高玉米蛋白質中之離胺酸含量，常使 histidine, arginine, isoleucine, 及 valine 等胺基酸亦同時增加，而proline, alanine, methionine, glycine, glutamic acid及 phenylalanine 等胺基酸含量則相對減少。

5.綜合13種暗玉米雙什交種與兩個對照種玉米的各項農藝性狀與其離胺酸含量比較，則暗玉米雙什交種代號2,34,46,77及97等較有推廣之可能。

引　言

暗玉米由於隱性基因opaque-2 (Mertz *et al*., 1964) 的作用而改變其蛋白質中胺基酸的組成，使離胺酸 (lysine) 含量顯著增加，故其飼料價值較普通玉米爲高。臺灣省農業試驗所自民國56 (1967) 年開始進行高離胺酸暗玉米的育種，至63年秋，已選獲暗玉米雙雜交種69個，這些雙雜交種的蛋白質含量及其胺基酸組成是否與自交系相同，尚不明瞭。本研究乃就其中13個雙雜交暗玉米品種之胺基酸組成及其農藝性狀等加以分析，以供判別這些暗玉米雙雜交種優劣時之參考。

前人研究

暗玉米 (opaque-2 corn) 具有較高的營養價值已無可置疑，主要原因係其蛋白質中離胺酸含量的增加。Mertz *et al*. (1964) 分析去脂後玉米胚乳的胺基酸組成，發現其中離胺酸含量較普通玉米提高約80～100%，且就整粒種子而言，也較普通玉米約高50%以上。

Robutti *et al* (1973) 研究暗玉米之蛋白質及胺基酸組成時，發現暗玉米之 lysine, arginine, glycine, aspartic acid等含量均比普通玉米爲高；而 alanine, leucine, phenylalanine 等含量則反

本項研究計畫獲得行政院國家科學委員會之補助，本文爲玉米品質改良系統性研究之中間報告，其他相關研究仍在進行中。

1.試驗研究報告農試字第八一八號

2.臺灣省農業試驗所技士、技士、所長

比普通玉米為低。其水溶性及鹽溶性（salt-soluble）蛋白質亦比普通玉米高；而酒精溶性蛋白則反比普通玉米低。據他們分析，育成之modified暗玉米胺基酸組成則介於暗玉米及普通玉米之間。

Misra及Mertz（1974）亦發現具有隱性 opaque-2基因之玉米，albumin, globulin, glutelin含量均增加；但帶有O_2 與 fl_2雙突變基因時，prolamine 的合成却被抑制，因此其離胺酸含量乃高於單突變種。

Misra 及 Mertz（1975）研究玉米蛋白質性質時，測出雙突變體暗玉米（double mutant）的游離胺基酸含量均比單突變體（single mutant）的自交系（inbred）或雜種（hybrid）為高。

Earle（1976）研究自1907到1972年間，美國各地所產玉米之蛋白質及油分含量之變化，發現蛋白質含量之變異介於 9.1%（1951）到11.9%（1934）之間，其中以1907到1929年間很接近，而1930—1936年間則較高（不尋常）。氏並發現高蛋白原因是七月溫度高，而七月的雨量也微有影響；油分含量的變異則介於4.0～4.9%，季節對油分含量並無影響。

Singh 及 Axtell（1973）以老鼠進行營養實驗，發現老鼠所需胺基酸的百分比分別為：arginine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine，cystine, phenylalanine，tyrosion, threonine, tryptophan及valine各為0.2，0.4，0.5，0.9，1.0，0.6，0.9，0.5，0.2及 0.4gm/100 gm meal，表示玉米蛋白質之胺基酸中，某種胺基酸的過少固為限制因素，但過多也不一定能提高營養價值，各胺基酸必需平衡。

材料及方法

本試驗所使用13個暗玉米雙雜交種，係由63年秋作，農試所在臺中萬豐農場進行新育成69個暗玉米雙交種第一年產量比較試驗中選出之較優品種。該69個雙交種於63年秋作分成三組進行產量比較試驗，分別包括10、18及41個品種，各以臺南五號及臺南十一號為對照種，採用逢機完全區集設計，除第三組41個品種係單行區外，餘均為雙行區，6重複，行長6公尺，行距60公分，株距30公分。13個暗玉米中，代號1、51、75三個係由第一組選出者；5、10、34、77、97五個係由第二組選出者；而2、46、52、62、89五個係由第三組選出。本試驗主要調查、分析項目及方法如下：

一、主要農藝性狀之調查（20株之平均數）：

1.子實產量（kg）：為$6\times0.6m^2$面積，含水率15.5%之子粒產量。

2.株高（cm）：由基部至雄花第一穗節。

3.穗位高（cm）：由基部至著生果穗之莖節的高度。

4.開花期（day）：由發芽至雄花穗開花之天數。

5.吐絲期（day）：由發芽至雌花穗吐絲的天數。

6.含水率（%）：為〔（鮮重－乾重）／鮮重×100〕，即鮮果穗含水分百分比。

7.脫粒率（%）：子實重佔果穗重的百分比。

8.百粒重（g）：逢機選取100粒玉米子粒的重量，表示子實大小（水分含量15.5%）。

二、水份、脂肪及蛋白質之分析方法

1.玉米子粒分析前之處理：採收之玉米果穗，在日光下曬乾至含水份11%左右。脫粒後逢機取出種子約5克，在烘箱內以 60°C 烘12小時。再使用 Udy 磨粉器粉碎，經50 mesh網孔篩出，置於乾燥器內，供分析之用。2.水份測定：取已處理過之樣品粉末 1g 置於秤量瓶中，在 110°C下烘乾7小時後測定之（AOAC, 1970）。3.脂肪測定：取已處理過之樣品粉末 3g，仿（C.I.M.M.Y.T., 1971）報告中之方法，在 60°～70°C 下以 Soxhlet 抽取油分8小時以測定之。4.粗蛋白質測定：取 0.2g 樣品粉末加濃硫酸 4 ml，加熱分解2小時後稀釋成 100 ml，取 10 ml 以擴散法測定其全氮量。再乘以6.25常數，即為蛋白質含量，重複四次。

三、胺基酸分析

1.樣品處理：取樣品粉末 500mg 置於特別處理過之試管（用 3N HCl 浸兩天）中，加 10 ml 定沸點 6N HCl。將試管外壁末端置於冰塊中，抽成眞空後封口，然後置於 110°C 加水分解爐內24小時，取出試管後敲破試管頂部，用蒸餾水洗出，過濾，取其濾液於量液瓶中稀釋至50 ml。取其中10 ml 用 Kjeldahl 法測定其全氮量。求其加水分解後之回收率。另取 1 ml 置於試管中，在 60°～70°C 溫度下用抽氣幫浦抽乾鹽酸後，加入 pH 2.2 醋酸緩衝液 1 ml，置 4°C 低溫恆溫箱中貯藏備用。在樣品處理過程中，須盡量避免氨之污染。

2.取約 1 mg 之蛋白質水解物樣品加入自動胺基酸分析儀中（Yanagimoto Model LC-5A）測定之。

3.胺基酸分析儀之預備實驗：

（1）緩衝溶液之配製：緩衝液之濃度與 pH 値之調整宜求其精確，且每次配製之溶液其分離效果需完全相同。

（2）胺基酸分析儀之調節：本儀器採用 Na^+ type樹脂、溫度保持 56°C，緩衝液流速控制在每小時 82 ml，反應槽（reaction bath）維持 100°C，以達到對17種胺基酸分離效果最佳之情況。短層析管完成鹼性胺基酸分離需時90分鐘，而長層析管則需 140分鐘，以分離酸性與中性胺基酸。

（3）Ninhydrin 溶液之配製：因 Ninhydrin 極易氧化，且靈敏度高，配製時需特別小心，以避免其溶液被污染而呈色，試藥均採用 E. Merk 特級規格（GR）。配好之 Ninhydrin 溶液必需在一星期內用完，過期靈敏度會降低。所用之氮氣純度是 99.9999%。試藥瓶也經過特別浸洗，配藥時所用之水均爲去礦水（deion water）。

（4）對照用17種胺基酸標準混合液，採用E. Merk公司 GR 級試藥配製。因本試驗所用胺基酸分析儀器靈敏度高，採用0.01 μM濃度即可。

結果與討論

（一）暗玉米雙雜交種之蛋白質及胺基酸含量

13種暗玉米雙雜交種及對照種臺南５號及11號之蛋白質含量及其胺基酸組成，列如表１。結果顯示，暗玉米的蛋白質含量介於9.39%～11.01%，雖較對照種之9.60%及 9.64%稍高，但相差並不很大，大部暗玉米雙雜交種之蛋白質含量仍在10%左右。

胺基酸中主要之離胺酸含量如以「gm/100gm蛋白質」而言，則有較大的差異，除代號51一種外，其他各雙雜交種均較對照品種之離胺酸含量爲高，其中最高者代號２較臺南５號增加70%，其餘含量較高之品種如代號34、46、75、77、89及97至少亦增加在50%，因此在13個雙雜交種中，有７種其離胺酸含量較臺南５號高出50～70%。

離胺酸含量如以「gm/100gm 玉米粉」表示（表１），除代號34增加30%外，其餘含量較高之各品種仍然與以蛋白質爲基礎的結果相一致，較臺南５號增加約在40～50%，代號２仍增加70%左右。

雙雜交暗玉米脂肪含量均在5.0～5.5%（除代號１及34外），與兩對照種相似，沒有顯著的差異。

（二）暗玉米雙雜交種蛋白質中胺基酸之分佈

玉米蛋白質品質之良窳，雖以離胺酸含量爲最重要，但與各種主要胺基酸的平衡，仍然有關，否則某一胺基酸將成爲限制因子。茲依 Singh & Axtell（1973）所定老鼠對各種胺基酸的需要量比例，以各雜交種離胺酸含量爲基數，計算其餘各種胺基酸的需要比例，結果列如表２。由表２顯示，各雙雜交種暗玉米胺基酸的分佈都很平衡，雖然離胺酸的含量較普通玉米增加，並未使其他任何一種胺基酸成爲限制蛋白質利用的因子。對照種臺南５號及11號，由於離胺酸含量低，故其他胺基酸的需要量亦相對減低，乃使離胺酸成爲限制因子。一般而言，暗玉米的各種胺基酸，利用比例大部分均有提

高趨勢，顯示暗玉米的胺基酸組成更為平衡有效。

（三）暗玉米雙雜交種各種胺基酸含量間的關係

依據表 1 ，就13種暗玉米雙雜交種的17種胺基酸含量（gm/100gm蛋白質）分析彼此間的關係，結果示如圖 1 。依圖 1 可知：

1.鹼性胺基酸中 lysine與histidine及 arginine 間有正的相關，即 lysine 含量高，則 histidine 與 arginine 相對增加。而 histidine 與 arginine 間也有正的相關；但 lysine. arginine 兩者與 proline, phenylalanine, alanine 間則均為負相關，即 lysine 與 arginine 的增加，反使 proline, phenylalanine 及 alanine 含量相對減少。

2.NH_3 與其他成分則無關係。主要胺基酸 leucine 與 isoleucine 均與 valine 有正相關。

3.酸性胺基酸 aspartic acid 與 serine兩種，與其他成分均無關係，threonine與 tyrosine有負的相關， glutamic acid 與 isoleucine 及 valine 為負相關，而與 glycine 則為正相關。

4.中性胺基酸 glycine 與 isoleucine 及 valine 均有負的相關，但與 alanine 為正的相關，alanine 則與 methionine 為正相關。methionine 與 phenylalanine 為正相關，而與 leucine為負相關，使 phenylalanine 與 leucine 間也呈現負的關係。

由以上各種胺基酸含量間的關係，可獲知如果提高玉米蛋白質中之離胺酸含量，常常使 histidine, arginine, isoleucine, 及 valine 等胺基酸亦同時增加，而 proline, alanine, methionine, glycine, glutamic acid 及 phenylalanine 等胺基酸含量則相對減少。

若以13種暗玉米胺基酸組成平均數與普通玉米（臺南 5 號，臺南11號）進行比較，則 glutamic acid, proline, alanine, methionine, leucine, phenylalanine 等含量均比普通玉米低，而其餘胺基酸含量則暗玉米均比普通玉米高。此與 Robutti (1973) 研究暗玉米之蛋白質及胺基酸組成的結果頗為符合。

（四）暗玉米雙雜交種之農藝性狀

13種暗玉米雙雜交種與兩個對照種玉米的各項農藝性狀，列如表 3 。依據這些農藝性狀，配合離胺酸的含量，將可供決定雙雜交種優劣之參考。在農藝性狀中最主要有產量、吐絲期及成熟期。本試驗就離胺酸含量較高的代號 2 、34、46、75、77、89及97等七種雙雜交種而言，除代號89號產量稍低外，其餘六種與對照種臺南 5 號及11號之產量比較，均無顯著之差異。一般而言，較臺南 5 號為高，而與臺南11號相近。就開花期與吐絲期而言，暗玉米較臺南 5 號約遲 2 天，而與臺南11號相同。本試驗因採同時期採收，故對各品種之成熟期未有詳細記錄，惟採收時鮮果穗之含水率，對於成熟之早遲仍有參考之價值。13個暗玉米之含水率平均較臺南 5 號高 2 %，而與臺南11號相同，表示暗玉米之成熟期較臺南 5 號稍遲而與臺南11號相同，依著者之觀察，暗玉米約較臺南 5 號遲熟 5 天左右，而與臺南11號則無差別。此外暗玉米株高均在 2 公尺以上，亦較對照種高約25～35公分，因此穗位高度亦提高約10～25公分左右，均為暗玉米雙雜交種的缺點。

綜合農藝性狀及離胺酸含量，則暗玉米雙雜交種中的代號 2 、34、46、77及97等較有推廣之可能。

誌謝：本試驗統計資料承臺灣大學農藝系育種研究室同仁協助分析，特此誌謝。

表 1　暗玉米雙雜交種及對照品種蛋白質含量及其胺基酸組成（兩重複平均數）

Table 1. The protein content and amino acid composition of double cross opaque-2 maize and the check varieties (Average of two replications)

Line and cultivar / amino acid	1	2	5	10	34	46	51	52	62	75	77	89	97	TN5 (ck)	TN11 (ck)
Lysine	3.53 0.361	4.86 0.507	3.69 0.393	3.87 0.359	4.38 0.398	4.72 0.455	3.20 0.333	3.73 0.342	4.06 0.392	4.46 0.419	4.37 0.447	4.29 0.404	4.57 0.445	2.85 0.297	3.30 0.342
Histidine	3.27 0.335	4.14 0.432	3.19 0.340	3.63 0.336	4.03 0.366	4.44 0.427	3.62 0.377	3.67 0.337	3.70 0.357	4.62 0.435	4.13 0.422	4.39 0.413	4.58 0.446	2.86 0.298	3.17 0.329
Ammonia	1.11 0.114	1.35 0.141	0.94 0.100	1.18 1.109	1.20 0.109	1.05 0.101	0.84 0.088	0.85 0.078	0.99 0.695	0.88 0.083	0.73 0.074	0.78 0.073	0.76 0.074	0.81 0.084	1.06 0.1099
Arginine	5.03 0.515	6.09 0.635	6.02 0.641	5.78 0.536	5.85 0.531	5.62 0.541	4.27 0.445	4.40 0.404	4.76 0.460	6.18 0.581	5.49 0.561	6.63 0.624	5.61 0.547	3.72 0.387	4.88 0.506
Aspartic acid	6.13 0.627	7.56 0.788	6.57 0.700	6.59 0.611	6.98 0.634	7.12 0.686	4.63 0.482	5.57 0.511	6.47 0.625	6.45 0.607	4.58 0.468	6.02 0.567	6.83 0.666	3.58 0.373	5.42 0.562
Threonine	2.29 0.337	3.09 0.322	2.82 0.300	2.94 0.272	3.12 0.283	3.01 0.290	1.57 0.164	3.68 0.338	2.59 0.250	3.13 0.294	2.26 0.231	2.87 0.270	2.52 0.246	2.18 0.227	2.73 0.283
Serine	3.90 0.399	4.77 0.497	4.53 0.482	3.52 0.326	4.21 0.382	4.37 0.421	3.60 0.375	4.00 0.367	4.83 0.467	3.31 0.311	4.08 0.417	3.95 0.372	4.85 0.473	3.05 0.318	4.12 0.427
Glutamic acid	15.30 1.566	15.72 1.639	14.75 1.571	14.62 1.355	14.85 1.349	16.43 1.583	13.60 1.417	15.54 1.425	15.40 1.488	15.31 1.440	18.68 1.910	14.18 1.335	13.93 1.357	14.24 1.483	18.07 0.837
Proline	8.91 0.912	10.96 1.143	11.83 1.260	11.13 1.032	6.78 0.616	7.07 0.681	10.23 1.066	9.92 0.910	9.83 0.949	9.05 0.851	7.72 0.789	7.07 0.666	8.75 0.853	8.78 0.914	8.30 0.861
Glycine	4.17 0.427	4.21 0.439	3.74 0.398	3.65 0.338	4.30 0.391	3.84 0.370	3.44 0.358	5.62 0.515	3.38 0.326	4.05 0.381	5.04 0.515	3.68 0.346	3.18 0.310	2.41 0.251	3.41 0.354

Table 1. (continued)

Line and cultivar / amino acid	1	2	5	10	34	46	51	52	62	75	77	89	97	TN5 (ck)	TN11 (ck)
Alanine	9.19 9.94[illegible]	6.73 0.702	8.05 0.857	7.00 0.649	8.18 0.743	7.70 0.742	6.37 0.664	10.47 0.960	8.41 0.812	6.98 0.657	7.01 0.716	5.93 0.558	5.63 0.549	7.10 0.739	9.77 1.014
½ Cystine	1.18 0.121	1.69 0.176	1.47 0.156	1.96 0.182	1.33 0.121	1.61 0.155	1.45 0.151	1.04 0.095	1.16 0.112	1.24 0.116	1.26 0.129	1.55 0.146	1.15 0.112	1.31 0.136	1.01 0.105
Valine	4.87 0.498	4.99 0.520	5.25 0.559	6.90 0.639	4.83 0.439	4.95 0.477	4.44 0.463	4.77 0.437	4.98 0.481	4.48 0.421	4.21 0.430	4.42 0.416	6.16 0.600	3.64 0.379	3.63 0.376
Methionine	0.97 0.099	1.13 0.118	1.23 0.131	1.07 0.099	0.99 0.090	0.92 0.089	0.77 0.080	1.87 0.171	1.57 0.151	0.93 0.087	0.97 0.099	0.97 0.091	0.91 0.088	0.91 0.095	1.11 0.115
Isoleucine	3.21 0.329	3.77 0.393	3.87 0.412	4.74 0.439	4.01 0.364	3.23 0.311	3.59 0.374	3.67 0.336	3.71 0.358	3.42 0.321	2.07 0.211	3.08 0.290	4.64 0.452	2.82 0.294	3.47 0.360
Leucien	10.26 1.050	8.75 0.912	9.70 1.033	12.90 1.196	11.85 1.076	8.68 0.836	8.48 0.883	6.81 0.625	8.24 0.796	8.60 0.809	8.64 0.883	8.14 0.766	12.27 0.196	11.84 1.233	12.03 1.248
Tyrosine	2.30 0.235	2.59 0.270	2.72 0.290	2.67 0.247	2.70 0.245	2.50 0.241	3.05 0.318	2.61 0.239	3.47 0.335	2.46 0.231	2.33 0.238	2.27 0.214	2.86 0.279	1.91 0.199	2.67 0.277
Phenylalanine	4.33 0.443	4.83 0.504	5.50 0.586	4.58 0.424	4.64 0.421	5.23 0.504	5.85 0.009	7.22 0.662	5.98 0.578	3.90 0.367	4.44 0.454	4.16 0.392	4.33 0.422	4.32 0.450	4.96 0.514
Total amino acid	90.90	97.19	95.99	98.75	93.95	92.45	82.96	95.39	93.47	89.40	87.98	84.35	93.52	78.31	93.15
Protein (%)	9.77	9.59	9.39	10.79	11.01	10.38	9.60	10.90	10.35	10.63	9.78	10.62	10.26	9.60	9.64
Fat (%)	4.60	5.60	5.20	5.70	4.60	4.95	5.05	5.50	4.85	4.85	5.35	5.50	4.95	4.95	5.5

* 雜交組合及代號
1. (604¹×604²) (602¹×601)
2. (606 ×604¹) (602¹×601)
5. (606 ×604²) (602¹×601)
10. (614—*P*×606) (602¹×601)
34. (602¹×614—*P*) (601×606)
46. (611³×601) (602¹×606)
51. (614—*P*×601) (602¹×604¹)
52. (614—*P*×606) (611³×601)
62. (602¹×606) (601×614—*P*)
75. (602¹×611³) (614—*P*×604¹)
77. (602¹×604²) (606×611³)
89. (602¹×606) (611³×614—*P*)
97. (614—*P*×606) (602¹×611³)
TN5 (OH_{43}×OH_{45}) (D×C)
TN11 (2027—3—5×*Ph* 9DMR) (AME III×Ly22—4)

**上行是 gm/100gm protein
下行是 gm/100gm meal

表 2 喑玉米雙雜交種重要胺基酸以離胺酸爲基準之比例需要量 (gm/100gm meal)

Table 2. The essential amino acid ratio of 13 double cross opaque-2 maize and the check varieties using lysine as a minimum requirement based on weanling rat experiment.

Essential amino acid \ Line and cultivar		1	2	5	10	34	46	51	52	62	75	77	89	97	TN5 (ck)	TN11 (ck)	剛斷乳老鼠需要重要胺基酸之比例
Lysine	含量	0.361	0.507	0.393	0.359	0.398	0.455	0.333	0.342	0.392	0.419	0.447	0.404	0.445	0.297	0.343	1.0
	比例需要量	0.361	0.507	0.393	0.359	0.398	0.455	0.333	0.342	0.392	0.419	0.447	0.404	0.445	0.297	0.343	
Methionine + Cystine	含量	0.341	0.470	0.443	0.463	0.332	0.399	0.382	0.361	0.375	0.319	0.357	0.383	0.312	0.367	0.324	0.6
	比例需要量	0.216	0.304	0.235	0.215	0.238	0.273	0.200	0.205	0.235	0.251	0.268	0.242	0.267	0.178	0.205	
Histidine	含量	0.335	0.432	0.340	0.336	0.336	0.427	0.377	0.337	0.357	0.435	0.422	0.413	0.446	0.298	0.329	0.4
	比例需要量	0.144	0.203	0.157	0.143	0.159	0.182	0.132	0.137	0.156	0.167	0.179	0.161	0.178	0.118	0.137	
Arginine	含量	0.515	0.635	0.641	0.536	0.531	0.541	0.445	0.404	0.460	0.581	0.561	0.624	0.547	0.387	0.506	0.2
	比例需要量	0.072	0.101	0.078	0.072	0.079	0.091	0.066	0.068	0.078	0.084	0.089	0.081	0.089	0.059	0.068	
Threonine	含量	0.337	0.322	0.300	0.272	0.283	0.290	0.164	0.338	0.250	0.292	0.231	0.270	0.246	0.227	0.283	0.5
	比例需要量	0.180	0.253	0.196	0.179	0.199	0.227	0.166	0.171	0.196	0.209	0.223	0.202	0.222	0.148	0.171	
Valine	含量	0.498	0.520	0.559	0.639	0.439	0.477	0.463	0.437	0.481	0.421	0.430	0.416	0.600	0.379	0.376	0.4
	比例需要量	0.144	0.203	0.157	0.143	0.159	0.182	0.132	0.137	0.156	0.167	0.179	0.161	0.178	0.118	0.137	
Isoleucine	含量	0.329	0.393	0.412	0.439	0.364	0.311	0.374	0.336	0.358	0.321	0.211	0.290	0.452	0.294	0.360	0.5
	比例需要量	0.180	0.253	0.196	0.179	0.199	0.227	0.166	0.171	0.196	0.209	0.223	0.202	0.222	0.148	0.171	
Leucine	含量	1.050	0.912	1.033	1.196	1.076	0.836	0.883	0.625	0.791	0.809	0.883	0.766	0.196	1.233	1.248	0.9
	比例需要量	0.325	0.456	0.353	0.323	0.358	0.409	0.299	0.307	0.353	0.377	0.402	0.363	0.400	0.267	0.307	
Phenylalanine + Tyrosine	含量	0.678	0.774	0.876	0.671	0.666	0.745	0.927	0.901	0.913	0.598	0.692	0.606	0.701	0.649	0.791	0.9
	比例需要量	0.325	0.456	0.353	0.323	0.358	0.409	0.299	0.307	0.353	0.377	0.402	0.363	0.400	0.267	0.307	

表3 暗玉米雙雜交種之農藝性狀

Table 3. The agronomic characters of 13 double cross opaque-2 maize.

Agronomic character \ Line and cultivar	1	51	75	TN5	TN11	5	10	34	77	97	TN5	TN11	2	46	52	62	89	TN5	TN11
Grain yield (kg/20 plants)	1.48*	1.51	1.64	1.63	1.63	2.40	2.44	2.27	2.25	2.42	2.22	2.33	2.11	2.18	2.15	2.28	2.01*	2.06	2.41
Plant height (cm)	186	177	175	156	166	212	213	213	210	216	169	181	221	221	191	222	200	172	182
Ear position (cm)	94	89	84	66	81	102	99	102	104	100	73	83	111	108	92	102	96	77	95
Flowering date (days)	56	56	55	53	56	51	51	51	50	50	49	51	51	51	49	50	51	49	50
Silking date (days)	62	63	61	59	62	56	55	56	56	55	53	56	57	57	54	56	57	55	56
Water content (%)	39	39	38	37	38	34	32	31	34	31	29	32	39	41	39	37	39	39	39
Threshing rate (%)	80	81	81	84	80	83	83	80	82	82	85	81	80	84	85	83	81	86	84
100 Kernel weight (g)	20.42	21.05	21.66	24.20	25.56	26.99	26.95	27.61	26.09	27.21	32.80	30.69	25.41	24.07	26.14	25.02	26.45	26.74	29.49
試驗組別	第一組 (Group I)					第二組 (Group II)							第三組 (Group III)						

* 子粒產量差異達5%顯著水準

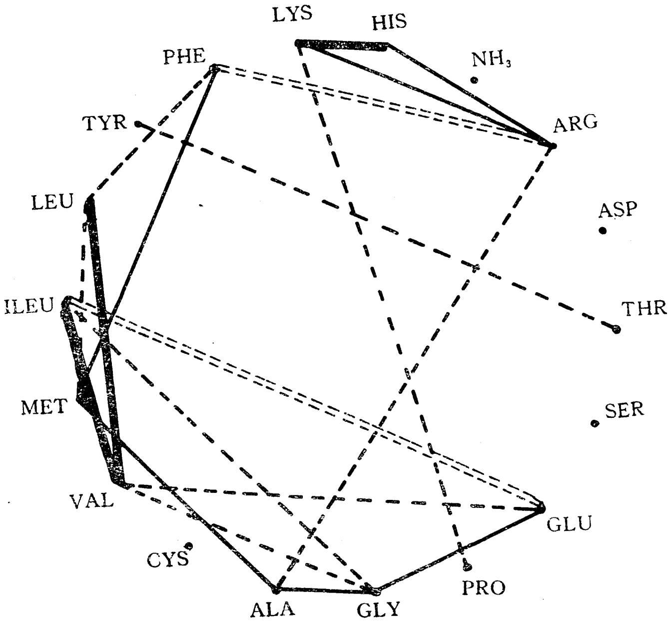


圖1　暗玉米雙雜交種蛋白質中胺基酸組成分間之相關關係

Fig. 1. Relationship of 17 amino acids of 13 double cross opaque-2 maize.

Notes : —— : 5% significant level, positive correlation.
━━ : 1% significant level, positive correlation.
----- : 5% significant level, negative correlation.
===== : 1% significant level, negative correlation.

參考文獻

1. Association of Official Agricultural Chemists. 1970. Official methods of analysis (11thed.) . Method 14.063. The Association : Washington, D. C.
2. C.I.M.M.Y.T. 1971. Annual Report : pp. 12-13.
3. Earle, F. R., 1976. Protein and Oil in Corn : Variation by crop years from 1907 to 1972. Cereal Chem. 54 : 70-79.
4. Mertz, E. T., L. S. Bates and O. E. Nelson. 1964. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm Sci. 145 : 279-280.
5. Misra, P. S., E. T. Mertz. 1974. Studies on corn protein VI endosperm protein change in single and double endosperm mutants of maize. Cereal Chem. 52 : 161-165.
6. Misra. P. S., E. T. Mertz. and D. V. GloverR. 1975. Studies on corn proteins VIII. Free amino acid content of Opaque-2 double mutants. Cereal Chem. 52 : 844-848.
7. Moore. S., D. H. Spachman., W. H. Stein. 1958. Chromatography of amino acid on sulfonated polystyrene. Resins Anal. Chem. 30 : 1185-1190.
8. Robotti, J. L., R. C. Hoseney, and C. W. Deyoe. 1973. Modified Opaque-2 corn endosperms. 1. Protein distribution and amino acid composition. Cereal Chem. 51 : 163-172.
9. Singh, R. and J. D. Axtell. 1973. Biological value of high lysine (hl) and sugary (su) mutants : Purdue Univ. Research Progress Report. Inheritance and improvement of protein quality and content in sorghum. 23-57.

10. Spachman, D. H., W. H. Stein and S. Moore. 1958. Chromatography of amino acids. Anal. Chem. 30 : 1190-1206.

12. Tkachuk. R., G. N. Irvine. 1969. Amino acid compositions of cereals and oil seed meals. Cereal Chem. 46 : 206-216.

THE PROTEIN CONTENT AND AMINO ACID COMPOSITION OF THIRTEEN DOUBLE CROSSES OF OPAQUE-2 CORN

H. H. Cheng, T. C. Lee and Hsiung Wan

summary

1. The protein contents, amino acid composition and agronomic characters of thirteen double crosses of opaque-2 corn were studied. All double crosses were grown in Taichung, Taiwan in fall, 1974.
2. The protein contents of 13 double crosses of opaque-2 corn varied from 9.39-11.01% which were similar to those of the commercial double crosses of ordinary corn, Tainan No. 5 and No. 11 which showed 9.60% and 9.64% of protein respectively.
3. The fat contents of 13 double crosses of opaque-2 corn were from 4.60-5.70% whereas that of Tainan No. 5 and No. 11 were 4.95% and 5.50% respectively.
4. The lysine contents of 13 double crosses of opaque-2 corn also varied considerably. As expressed in gm/100gm protein, No. 2 showed 70% more than that of Tainan No. 5. Six opaque-2 double crosses showed 50% more, while other opaque-2 double crosses increased only 10-20%.
5. Based on the balanced essential amino acid requirements of meanling rat reported by Purdue Scientists, the balance of amino acid composition of all opaque-2 double crosses having higher lysine contents were not altered, This indicates that lysine is the limiting amino acid in protein of ordinary corn.
6. We found that there were some associations among the 17 amino acids of the 13 opaque-2 double crosses. It showed that the increase of lysine content was accompanied by the increase of histidine, arginine, isoleucine and valine and the decrease of proline, alanine, methionine, glycine, glutamic acid, and phenylalanine.
7. If 13 double crosses of opaque-2 corn were judged by their agronomic characters and lysine content, crosses No. 2, 34, 46, 77 and 97 would be considered promising for commercial production.

大豆種子之老化對產量構成要素及其他生理性狀之影響[1]

吳 翠 玉[2]

摘要 將大豆（*Glycine max* L.）種子以 42°C，100% 相對濕度處理 3～5 天，使種子具不同的老化（Deterioration）程度，以研究種子之活性對各種生理性狀如發芽、生長及產量的影響。

老化種子以 TTC（Tetrazolium chloride）染色，較新鮮種子易染，但胚部染色不全。老化種子較新鮮種子吸收氧氣（O_2 uptake）能力為低，呼吸作用之氧氣吸收能力受老化之影響因品種不同而不同。

老化種子之蛋白質含量與原來新鮮種子之蛋白質含量同，表示老化種子發芽率降低和蛋白質含量之改變並無關係。老化種子油分含量較新鮮種子油分含量低，且老化程度與油分含量降低間有密切關係。

老化種子發芽率降低，平均發芽日數較多，同時不正常幼苗數增多，其一般現象為根部不正常，幼苗生長較遲緩。在田間栽培時，老化種子出土率、根長、莖長、株重及葉面積等較對照組均明顯降低。

老化種子可延長其全生育日數，並延遲開花、結莢及成熟。對收穫後之株高、分枝數、主莖節數、每株莢數、每株莢重、每株種子數、每株種子重、種子百粒重有不同程度的負的影響。種子之老化對收穫後種子的蛋白質和油分含量無直接影響。

緒 言

一般而言，種子達生理成熟（Physiological maturity）時，具有最好的品質，其活性（Vitality）亦達最高程度，以後隨貯藏時間之延長，種子之活性和質量漸降低，至種子死亡為止，此即為種子之老化（Seed deterioration）。不同品種的種子，因其老化速度之不同，可分成短壽命種子（microbiotic seeds），種子壽命在三年內者；中壽命種子（mesobiotic seeds），種子壽命保持3～15年者；及長壽命種子（macrobiotic seeds）：種子壽命保持15～100年者。普通農作物大部份屬短壽命種子。種子老化速度受多種因素影響：（1）種子本身之遺傳特性、（2）種子水分含量，（3）貯藏環境如：溫度、濕度等。若種子含水量高，外界的氣溫、濕度均高時，則種子易失去發芽力。反之，若在低溫、低濕度環境下貯藏，則種子可延長壽命，並保持其發芽能力。

種子於貯藏期間逐漸減低發芽能力，同一批種子經同時間老化，活性較低的種子，於貯藏時先失去發芽能力，故一般以發芽率降低程度，為種子老化的標準。老化的種子除降低發芽率外，亦延遲發芽，幼苗生長遲緩，增加不正常幼苗數（Ching *et al*, 1959；Webster & Dexter, 1961）。

Abdelmagid & Osman (1975) 發現當貯藏溫度增加時，種子蛋白質含量及發芽率成直線下降，鑒於種子發芽率和蛋白質含量有相關關係，故認為種子老化後，發芽率之降低，乃部份由於蛋白質含量的降低所致。Abdul-Baki (1969) 以 45°C，100%相對濕度處理大麥、小麥種子，使之加速

本文承本所農藝系主任謝順景博士及技正劉大江博士詳予斧正，謹誌謝忱。

1.試驗研究報告農試字第八一九號。 2.臺灣省農業試驗所技佐。

老化後，發現老化種子合成蛋白質及多醣類的能力較新鮮種子爲低。

種子品質可以影響田間栽培後之產量。Chen (1970) 發現蘿蔔、蕪菁經加速老化處理後，產量有降低之趨勢。臺灣的氣候高溫多濕，不適於種子的貯藏，且不易維持種子的高度活性。大豆在貯藏溫度高於 30°C 時，種子之老化速度很快 (Shibles *et al*, 1975) 。本省中南部大豆的主要產地，其夏季平均溫度高於 30°C ，而多以春作收穫之種子作爲秋作播種之用。故本實驗以大豆爲材料，研究老化種子的 TTC 反應 (Tetrazolium Chloride reduction) ， 呼吸作用、蛋白質和油分含量、發芽率、植株之生長情形及產量構成因素之變異情形。

材料與方法

甲、實驗材料：

本實驗材料爲大豆 (*Glycine max* L.) 中興一號和 B11 二個品種。種子由中興大學農藝系供給，於民國六十四年春作栽培於臺中中興大學農場，同年六月底收穫，貯藏於 4°C 的冰箱中。

乙、實驗方法：

以 42°C 100% 相對濕度處理種子，加速種子老化，其方法爲：選擇大小相同的種子，置於小玻璃瓶中，將此玻璃瓶裝於密閉容器內，密閉容器內裝水，但不與種子直接接觸。將此密閉容器置於烘箱內，保持溫度 42°C ，處理種子時間分別爲零天、三天、五天，加速老化處理後，取出種子分別進行下列實驗：

1. TTC 檢定：

先將種子浸水一小時，然後以小刀垂直將種子切成二半，一半置於 1%TTC 液中二小時後 ，以蒸餾水清洗，並置於盛清水的皿中，觀察染色情形。

2. 種子呼吸作用氧氣吸收 (O_2 uptake) 之測定：

將經不同處理的種子用1% NaOCl 消毒 1 ～ 2 分鐘後，以無菌水清洗數次，浸潤種子 5 小時使種子充分飽滿。將種子置於 Gilson differential respirometer 中，每十分鐘測十顆種子呼吸作用所吸收氧氣的體積。(種子呼吸作用所放出的二氧化碳由氫氧化鉀吸收) 。此實驗在溫度 25°C 情況下操作。

3. 種子蛋白質含量以 Kjeldahl 方法測定，油分含量依 Soxhlet 方法測定。

4. 種子發芽情形之測定：

將種子排列在15公分平方的發芽盤上，相對濕度保持100%，置於 25° C定溫箱內發芽， 測定發芽率和平均發芽日數。

5. 田間栽培：

於民國六十四年十月十日播種，栽培密度爲45×20cm，施肥量爲N：P：K＝60：300：150公斤／公頃，其他田間管理按一般栽培方法行之。

a. 播種一星期後，測出土率、幼苗的根長、莖長、濕重、葉面積。

b. 比較生長四星期的濕重和乾重。

c. 分別調查處理零天、三天、五天不同材料之各農藝性狀， 包括開花期、結莢期、株高、 分枝數、主莖節數、莢數╲每株、莢重╲每株、種子數╲每株、種子重╲每株、種子百粒重、種子蛋白質含量、種子油分含量。調查資料分別進行統計分析以決定各處理間的顯著性。

試驗結果

1. 老化種子和新鮮種子 TTC 染色情形之比較

經老化處理的種子以 TTC 法測定種子的活性和新鮮種子比較時， 發現老化種子較新鮮種子易

染成紅色。中興一號種子處理三天、五天胚部染色較淡，處理三天和五天間染色情形看不出有何不同。B11 種子處理三天胚部染色較淡，有些種子胚部除胚根尖端處外，不着色。處理五天者除有胚部染色較淡，胚部胚根尖端處染色外，尚有些種子胚部全部不染色。

2.老化處理對種子呼吸代謝之影響

由表1知種子經加速老化處理後中興一號種子處理三天，每十顆種子每十分鐘吸收氧氣的體積爲新鮮種子吸收氧氣體積的97.93%，處理五天者爲對照組的95.76%。無論處理三天或五天的種子其氧氣吸收量均無顯著的降低。 B11 種子老化處理三天，每十顆種子每十分鐘吸收氧氣的體積爲新鮮種子吸收氧氣體積的86.42%，處理五天者爲新鮮種子的49.92%。 B11 種子經老化處理後呼吸作用吸收氧氣體積有明顯的降低，處理三天者降低13.58%，處理五天者降低50.08%。由此可知品種不同不同加速老化處理對呼吸作用的影響程度亦不同。

3.老化處理對種子蛋白質含量和油分含量之影響

表1顯示不同品種間蛋白質含量差異很大，但經老化處理後，無論中興一號或 B11 之種子蛋白質含量並無顯著的改變。油分含量經加速老化處理後則有降低趨勢；中興一號經老化處理三天和五天者較對照者種子油分含量有明顯的降低現象，但處理三天與五天者間相差不顯著； B11 種子經加速老化處理三天或五天，油分含量和新鮮種子間均有顯著差異；老化處理三天者油分含量降低0.92%，處理五天者油分含量降低3.07%。老化程度愈大者，油分含量愈低。

表1：大豆老化種子與新鮮種子呼吸作用之氧氣吸收、蛋白質含量和油分含量之比較

Table 1 : A comparison of O_2 uptake, protein and oil contents between fresh and deteriorated soybean seeds.

品　種	老化處理日數	氧氣吸收（微升／10分鐘）	蛋白質含量（%）	油分含量（%）
中興一號	0	25.37(100)	39.76	21.35
	3	24.80(97.73)	39.87	19.97
	5	24.30(95.76)	39.61	20.04
B11	0	38.22(100)	44.41	21.24
	3	33.03(86.42)	44.17	20.32
	5	19.08(49.92)	44.54	18.17

4.老化處理對種子發芽和幼苗生長之影響

中興一號新鮮種子之發芽率爲 100%，平均發芽日數2.02日，全部爲正常幼苗。老化處理三天的種子發芽率爲99%，平均發芽日數爲2日，不正常幼苗數爲4。老化處理五天的種子發芽率爲82%，平均發芽日數爲2.41日，不正常幼苗數爲16。 B11 新鮮種子發芽率98%，平均發芽日數2日，全部爲正常幼苗。老化處理三天的種子發芽率98%，平均發芽日數爲2.24日，不正常幼苗數有5。老化處理五天的種子發芽率52%，平均發芽日數爲2.83日，不正常幼苗數有12。

5.老化處理對生長、開花、結莢、成熟期之影響

經老化處理後，種子出土率無論中興一號或 B11 均明顯降低。中興一號田間栽培時，新鮮種子出土率爲84%，老化處理三天者爲42%，處理五天者爲29%。 B11 新鮮種子出土率爲77%，老化處理三天者爲30%，老化處理五天者爲23%。 由表2知中興一號和 B11 的老化種子在田間生長情形較新鮮種子差。根長、莖長、全株濕重、全株乾重、平均葉面積均顯著的減少。

老化種子較新鮮種子有延遲開花、結莢、成熟的現象發生。由表2可知，中興一號品種老化種子全生育日數較新鮮種子多13日，其中由播種至開花多9～11日，開花至收穫多2～4日。 B11 老化種子全生育日數較新鮮種子多2～5日，其中由播種至開花多2～5日，開花至收穫多2日。

表2：大豆老化種子與新鮮種子各種性狀之比較

Table 2 : A comparison of various characters between fresh and deteriorated soybean seeds.

品種	老化處理日數	置床日數			發芽數	不正常幼苗數	正常幼苗數	出土率(%)	田間生長一星期				生長四星期		播種一開花(天數)	播種一結莢(天數)
		2	3	4					根長(cm)	莖長(cm)	溼重(g)	葉面積(cm^2/每葉)	濕重(g)	乾重(g)		
中興一號	0	98	2	0	100	0	100	84	2.57	8.18	0.91	6,383	8.80	1.275	38	43
	3	99	0	0	99	4	95	42	1.50	6.92	0.78	4,670	3.40	0.436	47	51
	5	59	22	7	88	16	72	29	0.87	5.34	0.71	3,054	2.12	0.344	49	52
B11	0	98	0	0	98	0	98	77	4.61	9.94	1.47	7,178	6.45	1.134	33	38
	3	74	24	0	98	5	93	30	3.42	9.60	1.41	4,963	3.56	0.467	35	40
	5	12	37	3	52	12	40	23	3.21	9.35	1.39	3,842	2.45	0.241	38	42

6.種子之老化處理對各農藝性狀之影響

茲將老化處理者與未處理者之農藝性狀變異示於表3。中興一號株高、分枝數和主莖節數，對照組與老化處理三天者間差異不顯著，但對照組與老化處理五天者間差異顯著。每株莢數、莢重、種子數、種子重在對照組、老化處理三天及五天三者間之差異均顯著。處理三天者種子百粒重降低0.5克，蛋白質含量增加0.46%，油分含量降低0.05%。老化處理五天者種子百粒重降低1.12克，蛋白質含量增加1.43%，油分含量降低0.8%。B11 品種株高對照組與老化處理三天、五天間差異顯著，而處理三天、五天二者間差異不顯著。分枝數則三者間差異不顯著。主莖節數則對照組、老化處理三天、五天三者間差異均達顯著標準。每株莢數、莢重、種子數、種子重在對照組和老化處理三天間差異不顯著，但與老化處理五天者間之差異顯著。種子百粒重在三者間差異不顯著。老化處理三天者種子蛋白質含量增加0.04%，油分含量降低1.27%；處理五天者種子蛋白質含量增加0.23%，油分含量降低2.81%。

表 3：中興一號 B11 二品種各處理間農藝性狀之顯著性測驗

Table 3 : Test of significance for various agronomic characters between fresh and deteriorated soybean seeds.

品種	中興一號			B11		
性狀 \ 處理日數	0	3	5	0	3	5
株高 (cm)	29.82 a	26.89 a	19.54 b	22.33 a	18.78 b	18.00 b
分枝數	5.10 a	3.81 a	2.08 b	1.58 a	1.87 a	1.00 a
主莖節數	13.60 a	11.62 a	9.31 b	11.08 a	9.06 b	6.51 c
莢數／每株	26.15 a	21.29 b	10.23 c	11.91 a	10.81 a	9.00 b
莢重／每株 (g)	9.61 a	7.35 b	3.28 c	4.16 a	3.75 a	2.48 b
種子數／每株	62.55 a	46.71 b	22.77 c	20.83 a	19.51 a	13.37 b
種子重／每株 (g)	5.91 a	4.29 b	1.90 c	2.38 a	2.20 a	1.52 b
種子百粒重 (g)	9.45	8.95	8.33	11.43	11.42	11.43
種子蛋白質含量 (%)	38.35	38.81	39.78	43.63	43.67	43.86
種子油分含量 (%)	19.65	19.60	18.85	20.96	18.69	18.15

※表中字母不同者，表示顯著差異（5% level）。

討　論

種子成熟後在收穫、乾燥、運銷和貯藏中所發生種子活性（Seed vigor）及品質之降低，稱為種子老化或衰退。種子在高溫及高濕下貯藏時，容易引起種子老化。本實驗利用生理遺傳背景相同之同一批種子，一部分用 42°C ，100%相對濕度之情況下，加速種子老化三天或五天；另一部分則未處理作對照，比較兩者間生長與產量之差異情形。

本實驗中發現種子老化程度不同，對胚部有不同程度之傷害，導致種子活性之降低，其程度因品種不同而不同。中興一號種子經三天或五天老化處理後，種子呼吸作用吸收氧氣的能力，並未明顯的降低；但 B11 種子經老化處理後，隨老化日數增加而吸收氧氣能力愈低，即品種間有差異存在。測定呼吸速率常用來研究新鮮種子和老化種子間的不同（Woodstock & Grabe, 1967；Kittock & Law, 1968；Abdul-Baki, 1969；Anderson, 1970）。一般而言，充分浸潤水分種子的呼吸作用，其吸收氧氣和發芽率及幼苗生長間，具明顯的正相關（Kittock & Law, 1968），而愈老化的種子其吸收氧氣能力降低愈多， B11 即為一例。但 Abdul-Baki (1969) 發現大麥經 45°C，100% 相對濕度加

速老化處理六日後，對於種子呼吸作用並沒有影響；本研究中之中興一號即爲一例。Anderson (1970) 謂大麥之呼吸作用吸收氧氣能力和種子老化程度及發芽率並無相關，種子老化程度越愈大者，其釋出二氧化碳愈多。 Abdul-Baki & Anderson (1973) 謂大豆種子呼吸速度和種子活性成正相關關係。中興一號和 B11 不同品種間之吸收氧氣能力有很大差異，雖經相同的老化處理，對於種子呼吸作用却有不同程度的影響，可能是中興一號對於抗老化處理較强於 B11。

中興一號和 B11 種子經加速老化處理三天或五天，種子含氮量並無明顯的改變。經加速老化處理後之種子無論中興一號或 B11，其發芽率均隨處理日數增加而減少。此和 Abdelmagid & Osman (1975) 之結果不同，彼以棉花作材料，認爲發芽率降低，乃部份由於蛋白質含量的降低。本研究中結果顯示二個大豆品種經加速老化處理後，種子蛋白質含量並未受到影響，但其發芽率却降低，可能因種子老化時，細胞膜滲透性會增加，導致一些醣類、氨基酸和無機溶質滲出種子外之故。

B11種子經加速老化處理後，油分含量降低很多，且老化程度愈大者，油分含量有愈降低趨勢。種子發芽，其正常幼苗數與油分含量間，有正常幼苗數愈少者其油分含量愈低的情形，但中興一號老化處理五天者例外，其油分含量與加速老化處理三天者同，惟正常幼苗數、發芽率較處理三天者低，故中興一號抗加速老化處理的耐性較 BII 强。老化種子油分含量的降低，並非是導致種子發芽率降低，與不正常幼苗數增加之最主要因素。Abdul-Baki & Anderson (1972) 認爲種子在高溫、高濕情況下，其貯存物質易水解，以供種子代謝時消耗，如在老化種子中，其油分含量降低，但脂肪酸含量反而增加。 Abdelmgid & Osman (1975) 發現棉花的老化與油分含量的降低有密切關係，在本研究中亦發現有此種關係存在。

Anderson (1970) 發現種子老化會降低發芽率和延遲幼苗生長，若加少量 GA_3，會稍微提高幼苗生長，但却無法完全恢復其生長能力；老化種子生長緩慢，可能由於代謝速度低落之故。關於種子老化與植物生長調節劑間是否有關係，有關的報告很少，故此方面之研究尙待加强。

大豆爲對日長與溫度敏感的作物，日長與溫度爲決定大豆開花遲速的最大因素（盧，1974）。本研究中已知種子老化不但影響種子發芽及生長，且亦可使開花延遲，此可能由於種子之老化可降低種子生活力，進而影響開花時間，同時可降低大豆對日長與溫度的敏感性。

本研究中已知老化處理對構成產量要素，如：每株莢數、莢重、種子數、種子重等亦有影響。中興一號或 B11 種子經老化處理者發芽延遲，根長、莖長、濕重、葉面積等性狀，皆劣於對照組，因而最終導致產量的降低。收穫後種子蛋白質及油分含量不同之原因，可能受栽培環境不同之影響所致。

由本實驗結果可知，種子老化不但會造成發芽不整齊、延遲發芽和生長緩慢，增加田間栽培管理不便，而且會使產量減低。老化種子更會造成某些貯存物質發生改變，在目前致力於提高農作物產量、品質之時，如何減低種子老化至最低程度的問題值得重視。

參考文獻

1. Abdelmagid, A.S. and A.M. Osman. 1975. Influence of storage period and temperature on viability and chemical composition of cotton seeds. Ann. Bot. 39 : 237-248.
2. Abdul-Baki, A.A. 1969. Relationship of glucose metabolism to germinability and vigor in barley and wheat seeds. Crop. Sci. 9 : 732-736.
3. Abdul-Baki, A.A. and J.D. Anderson. 1972. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In "Seed Biology" vol. II. (ed. T. T. Kozlowski) pp. 283-309. Academic Press. New York and London.
4. Abdul-Baki, A. A. and J. D. Anderson. 1973. Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. Crop. Sci. 13 : 630-633.

5. Anderson, J. D. 1970. Physiological and biochemical differences in deteriorating barley seed. Crop. Sic. 10 : 36–38.

6. Chen, C. C. 1970. Influence of physiological quality of seed on emergence, growth and yield of some vegetable crops. A Thesis for M. S. of Missippi state university.

7. Ching, T. M., M. C. Parker., and D. D. Hill. 1959. Interaction of moisture and temperature on viability of forage seeds stored in hermetically sealed cans. Agron. J. 51 : 680–684.

8. Kittock, D. L. and A. G. Law. 1968. Relationship of seedling vigor to respiration and tetrazolium chloride reduction by germinating wheat seeds. Agron. J. 60 : 286–288.

9. Shibles, R. M., I. C. Anderson., and A. H. Gibson. 1975. Soybean. In"Crop Physiology : Some Case Histories. " (ed. L. T. Evans) pp. 152–190. Cambridge University Press, London.

10. Webster, L. V. and S. T. Dexter. 1961. Effects of physiological quality of seeds on total germination rapidity of germination, and seedling vigor. Agron. J. 53 : 297–299.

11. Woodstock, L. W. and D. F. Grabe. 1967. Relationships between seed respiration during imbibition and subsequent seedling growth in *Zea mays* L. Plant. Physiol. 42 : 1071–1076.

12 盧英權、顏 虎 1974 大豆高蛋白質或高油分的育種研究。
The Proceedings of the National Science Council. p. 317–337.

EFFECTS OF SEED DETERIORATION ON THE YIELD COMPONENTS AND OTHER PHYSIOLOGICAL CHARACTERS IN SOYBEAN

by

Tsui–Yu Wu

Summary

The vigor and the yield of a crop plant depends on the quality of the seed. Deterioration of seeds through storage often leads to poor growth and low yield. A study was undertaken to determine the effects of deterioration (Which in laboratory was accelerated by subjecting the soybean seeds to 42°C in 100% R.H for 3 or 5 days) on seed contents, viability, germination, seedling growth, and some agronomic characters.

Deterioration did not cause any change in the protein content, although it slightly reduced the oil content. The embryos of deteriorated soybean seeds were not very well stained (other parts were) by Tetrazolium chloride. In one variety of soybean (B11) , deterioration caused a slackening of the seed's ability to respire (take up oxygen) . Deteriorated seeds germinated only poorly. Seedling growth was sluggish. This was especially true when sown in the field.

The results also showed that the plants developod from deteriorated seeds took longer to flower, set fruits(pods), and mature. At harvest, pods/plant, pod wt./plant, seeds/plant, seed wt./plant, and the weight of each seed were all adversely affected. This accounts for a reduced crop yield using the agad seeds. Thus screening and selection of high quality viable seeds for planting becomes imperative for a successful culture.

土壤酸度對於香茅草油分品質之影響[1]

楊 永 裕[2]

摘要 本研究目的在探求各種不同的土壤酸度，尤其曾文水庫上游地帶不能栽種其他作物的極鹼性土壤，對於香茅草生育、收油量及油分品質之影響，提高臺灣山地之利用價值及香茅油產量。土壤係取自中和鄉的山坡地，其 PH 值爲4.2，然後以石灰中和調整爲PH5.5及6.5；並在臺南縣左鎮採取 PH 值 7.6之土壤，試驗處理分爲 4 種，重複 6 次，二年收割 6 次，試驗結果如下：

1. A處理 PH4.2 極酸性土壤香茅草生育情形，株高、分蘗數、草產量皆較其他處理爲低，尤其收油量較其他處理與顯著差異，可見在極酸性土壤不適於香茅草的生長。
2. D處理 PH 7.73. 自臺南縣左鎮所採回之極鹼性土壤在本所缽栽試驗下，發現其生長情形良好，產草量、收油量均高，故在鹼性山坡地上推廣種植香茅草，不但能提高山地之利用價值，且可收水土保持防洪效果。
3. C處理PH6.5，香茅草生育情形，株高、分蘗數、鮮草產量、收油量均較其他處理爲高。
4. 收割前割取葉片，以切片機切片鏡檢香茅草葉部含油組織油滴分佈情形，其油滴呈小球狀，第一次至第六次收割前鏡檢結果 PH6.5處理之油滴最多， PH7.6次之，4.2最少。

前 言

本省爲世界香茅油主要產區，年產量平地約 2,000公噸，佔世界總產量之60%左右，其中大部分係輸出國外，幾佔國際市場總供應量之70%，歷年來均爲國家賺取大量外匯。

香茅油的價值因品質高低而差異甚大，因此栽培者一方面注重香茅油的產量，另方面更注意其品質之優劣，且外銷的香茅油國內外皆訂有品質標準，其品質未達一定標準者，皆禁止出口。品質中主要以油分總醇含量（Total alcohol）及香醛量 （Citronellal）爲依據，在世界市場上一般須前者含有85%，後者含有35%爲最低標準。本省所產香茅油皆能合於所訂標準，但含香茅醛量不高，影響香茅油的價格。筆者過去先後作了不同覆蓋物、施肥、收刈技術等對產油量及品質影響試驗，著有成效。然一般對於影響香茅油分品質最大的土壤酸度，現有知識甚爲貧乏。本省香茅產區主要以苗栗、臺東、新竹爲主，其土壤大多爲酸性土，油品質尚合標準，然非上乘，爲探求土壤酸度對品質之影響，筆者遂開始作此項試驗，期明瞭土壤酸度對於香茅油分品質之影響，作適當的改善。本研究承中正科學技術研究基金會研究補助費完成，謹此誌謝。

材料及方法

供試香茅草爲一般栽培的爪哇系香茅草（Java type Citronella Grass）係多年生草本，可用根莖分株繁殖，材料係取自本所精油植物保存圃。

土壤係取自中和鄉的山坡地，其 PH 值爲4.2，然後以石灰中和，調整爲 PH5.5 及6.5， 並在臺南縣左鎮採取 PH 值7.6之土壤其母岩爲頁岩之黃棕色土壤。

1.試驗研究報告農試字第八二〇號 2.臺灣省農業試驗所技正

盆栽香茅草（每盆土9kg））每盆植1株，採用完全逢機設計，4處理（（PH為4.2，5.5，6.5，7.6），重複6次，其餘5月開始種植，6月割齊，生育期間調查株高及分蘖數，葉片以切片機（Microtome）切片，用Javel Water處理，Sudan Ⅳ染色鏡檢葉內組織油滴分佈；所收鮮草稱重後風乾2日，用蒸汽蒸餾2小時，所得油分經過濾，並以芒硝脫水後進行化學分析，油分中香茅醛含量係採用 Stillman 及 Reed兩比的 Hydroxy Lamine Method，另將油分以氣體色層分析儀（Gas chromatography Model GC-IC）同時分析油中各成分相對含量。

試驗結果及討論

本試驗自5月開始進行，經10月20日、1月18日、4月16日、6月18日、11月8日、4月11日等六次收割，收割前生育調查結果列述如下：

（一）土壤酸度對香茅草株高及分蘖數的影響

表 1. 土壤酸度對香茅草株高及分蘖的影響比較

		PH4.2	PH5.5	PH6.5	PH7.6
第 1 次	株高	84.0	93.7	94.7	95.5
	分蘖	8.7	12.7	12.8	9.8
第 2 次	株高	56.0	56.8	62.5	72.2
	分蘖	7.2	12.3	11.5	9.7
第 3 次	株高	36.8	42.5	52.8	50.2
	分蘖	4.3	9.3	9.5	8.5
第 4 次	株高	41.2	60.3	64.8	56.8
	分蘖	3.0	11.5	11.7	7.3
第 5 次	株高	65.0	26.5	84.2	75.0
	分蘖	2.0	6.7	10.7	15.0
第 6 次	株高	32.8	41.7	42.0	41.5
	分蘖	2.5	8.5	9.2	13.7
平均	株高	52.6	61.9	66.8	65.2
	分蘖	4.6	10.2	9.2	10.7

觀上表變方分析結果，株高在每次收穫次數及土壤酸度處理之間差異極顯著。第一次以土壤酸度7.6最高，土壤酸度6.5次之，酸度最强之4.2最低。第二次亦呈同樣結果。第三次以6.5最高，7.6次之，酸度最强之 4.2最低。第四次亦呈同樣結果，分蘖數在不同處理間差異極顯著，而以收穫次數之間差異不顯著。觀表1，第一次以酸度6.5處理之分蘖數最多，5.5次之；第二次以酸度 5.5處理最多，6.5次之；第三次與第四次收穫仍以酸度6.5為最多；及至第五次與第六次收穫結果，土壤酸度 7.6為最多，差異極顯著，6.5次之。據表1及表2所示結果，香茅草在鹼性土壤即使稱為不毛之地亦可

生長，反而在酸性土壤種植之香茅草生長較差，一般臺灣香茅草大部份種植在性土壤的山坡地帶，今後如能利用鹼性土壤地帶栽培，不但能提高山地利用價值，且可收水土保持之防洪效果。

（二）土壤酸度對香茅草鮮草產量、收油量、含油率及香茅醛率的影響

表 3. 土壤酸度對香茅草鮮草量、收油量、含油率及香茅醛量的影響比較

收量 ＼ 土壤pH		PH4.2	PH5.5	PH6.5	PH7.6
鮮草產量(g)	第一次	285	330	420	300
	第二次	67	132	172	172
	第三次	21	103	133	126
	第四次	31	250	285	207
	第五次	43	251	304	280
	第六次	26	93	105	106
合計		473	1,159	1,419	1,191
平均		78.8	193.2	236.5	198.5
收油量(g)	第一次	1.5	4.2	4.2	4.3
	第二次	1.0	1.5	2.8	3.6
	第三次	0.3	1.7	1.7	1.3
	第四次	0.6	2.0	3.2	2.5
	第五次	0.8	4.0	4.2	4.5
	第六次	0.5	1.2	1.5	1.4
合計		4.7	14.6	17.6	17.6
平均		0.78	2.43	2.93	2.93
含油	第一次	0.5	1.3	1.0	1.4
	第二次	1.4	1.1	1.6	2.0
	第三次	1.2	1.3	1.3	1.0
	第四次	1.8	0.8	1.1	1.2

率 (%)	第五次	1.9	1.6	1.4	1.6
	第六次	1.7	1.2	7.8	1.3
合	計	8.5	7.3	7.8	8.5
平	均	1.42	1.22	1.30	1.42
香茅醛率 (%)	第一次	39.8	33.9	32.8	31.4
	第二次	32.0	39.1	40.7	34.1
	第三次	45.0	29.1	22.1	26.7
	第四次	22.5	31.1	30.3	31.8
	第五次	27.2	30.7	26.4	36.1
	第六次	17.5	20.5	22.1	24.3
合	計	184.0	184.4	174.4	184.4
平	均	30.7	30.7	29.1	30.7

觀表3、4香茅草鮮草產量在不同土壤酸度處理間差異極顯著，第一次以土壤酸度6、5爲最高，5.5次之，4.2最低。第二次以6.5及7.6爲最高，4.2最低。第三、四、五、六次爲以土壤酸度6.5爲最高，4.2爲最低。觀表 5.香茅草含油量在不同酸度處理間差異極顯著，第一次與第二次均以土壤酸度7.6 之鹼性土壤爲最高，4.2爲最低；第三次與第四次均以土壤酸度6.5爲最高， 4.2爲最低；第五次以7.6爲最高，第六次以6.5爲最高，仍以 4.2爲最低。觀表6.表7.香茅草含油率與香茅醛率在不同酸度處理間則差異均不顯著。

（三）土壤酸度對葉內組織油滴分佈之影響

收割前分別割取葉片以切機切片，鏡檢香茅草葉部分含油組織油滴分佈之情形，將切好之材料置入Javel水內（以變白爲止，約需2～3分鐘， Javel 水配法爲漂白粉 20gr加水 100cc，另Na_2CO_3 1.5gr以加水 100cc溶解後兩液體混合沈澱過濾即可。切片置入 Javel 水取出經水洗後染色，染色液配法爲用 Sadan III 0.1g加無水酒精 50cc ，再加甘油 50cc 後混合即成 。染色液出取出後置入50%酒精溶液中5分鐘。水洗 Slide 置乾，滴加甘油，蓋 cover glass 後用顯微鏡照相機攝取實影比較各處理間之差異。其油滴呈小球狀，大部份分佈於上面表皮細胞中維管束內，第一次到第六次收割前鏡檢結果，土壤酸度6.5處理之油滴最多，7.6次之， 4.2最少。因切技術較差，其切片較原在顯微鏡上觀察其油滴受 Sadan 染色很淸楚，因不用彩色照相照出結果照片上維管束邊之黑色點均爲油腺組織，將來改進切片技術後有待進一步試驗。

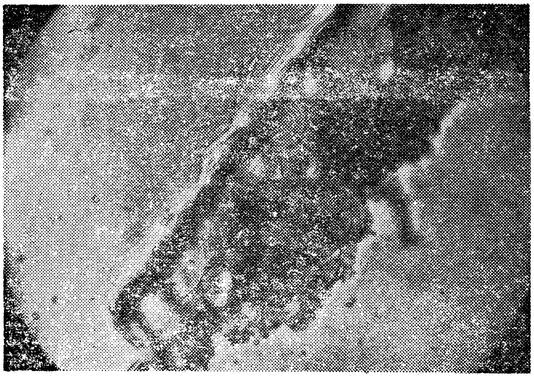
結　　論

由於二年內分六次收穫調查結果，在土壤酸度 4.2的極酸性土壤下，其生育情形株高、分蘗數、茅草產量均較其他處理爲低，尤其是收油量較其他處理有顯著的差異，可見在極酸性土壤不適於香茅

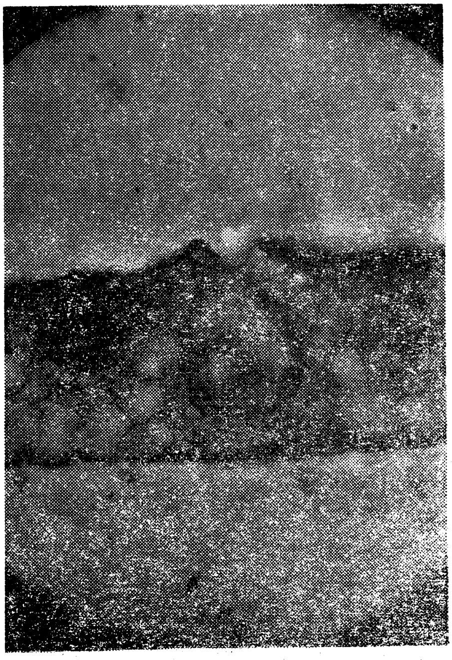
草的生長。一般香茅草大部份種植於土壤酸度5.5及6.5的山坡地帶，筆者在臺南縣左鎮採集帶回之鹼性土壤在本所缽栽種植，發現其生長情形良好，其鮮草量第一次收穫時雖少，而第二次收割時則最多，收油量及含油率均較其他處理為高，含油率為 2％，比土壤酸度5.5增加大約一倍之收油量，第三、四、五次收割時雖減少一些，而最後一次即第六次收割時，鮮草量變成最多，其主要成分香茅醛量亦最高。曾文水庫流域一帶可稱為不毛之地，不能栽種其他作物的鹼性山坡地上，栽植香茅草不但能提高山地之利用價值，且兼有水土保持之防洪效用，並可提高本省香茅油產量及增加外匯收入。本試驗結果獲知適於香茅草栽培土壤酸度為 6.5，其生育情形、株高、分蘖數、鮮草產量、收油量均較其他處理為高。

土壤酸度對葉內組織油滴分佈鏡檢照片

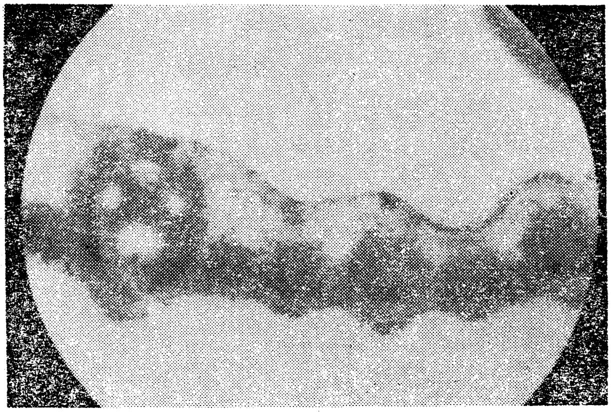
pH 7.6



pH 6.5



pH 5.5



pH 4.5

參 考 文 獻

1.葉炳賢、林爲正 (1952) 香茅草之栽培採油試驗報告 工業試驗彙刊第二集
2.甫立西 (1952) 臺灣之香茅油 臺銀季刊第5卷第2期。
3.楊永裕 (1966) 香茅草栽培改良試驗覆蓋與施肥對香茅草產量及收油量的影響 農業研究15卷第4期 P23—40.
4.楊永裕、陸之琳 (1967) 香茅草栽培距離試驗 農業研究第16卷第1期 P. 42—49.
5.楊永裕 (1968) 香茅草的肥料試驗 中國園藝第14卷第1、2期 P. 1—6.
6.楊永裕 (1968) 不同覆蓋物與施肥量對檸檬草油分之影響 農業研究第17卷4期 P. 47—50.
7.楊永裕 (1970) 收割技術對香茅草油分產量及香茅醛含量之影響 中國園藝第16卷第4期 P. 8—10.
8.楊永裕、徐原田 (1972) 施肥時期對香茅草產量及油分品質之影響 農業研究21卷4期。
9.楊永裕 (1973) 不同覆蓋物對香茅油分含量及香茅醛含量之影響 農業研究第22卷第2期

EFFECT OF SOIL PH VALUE ON THE OIL YIELD AND QUALITY OF CITRONELLA GRASS

by

Y. Y. Yang

Summary

In order to clarify the effect of different soil pH on the oil yield and quality of Citronella Grass, the pot culture experiment and chemical analysis was conducted. Special emphasis was put on the growth of Citronella on the strong alkaline soil of the upper steam region of Tseng Wen Dam, where is regarded as barren land and no crops can be cultivated. The experimental soil with pH 4.2 was taken from hilly land of Chung-Ho Town. The soil was adjusted to pH 5.5 and pH 6.5 by liming. The soil with pH 7.6 was also taken from Tsocheng, Tainan Prefecture. Thus, four different soil pH values (pH 4.2, 5.5, 6.5 and 7.6) was laid out in a complete randomized block design with six replications for pot culture experiment. The results of experiment with six harvests during two years are summarized as follows:

1. Citronella grown on the soil of pH 4.2 showed a decrease in plant height, tiller number, grass yield, and especially oil yield as compared with that grown on other soils. It was found that the growth of Citronella grass was unsuitable in this strong acidic soil.

2. The soil taken from barren hilly land pH 7.6 was found to be better in the growth of grass and higher in grass yield, oil yield and citronellal content. It was suggested that this strong alkaline hilly land can be recommended for cultivation of Citronell grass to improve the utilization and soil conservation of land.

3. The treatment of pH 6.5 soil, which was limed from acidic soil, showed the highest growth rate of plant height, tiller number, fresh grass yield and oil yield, suggesting the importance of liming to the acidic soil.

4. Leaf blade was cut six times before harvest by microtome to investigate the distribution of oil drops in the tissue. The result of observation by microscope indicated that distribution of tiny oil drops was the largest in the sample of the treatment of pH 6.5, that of treatment of 7.6 came next, and that of pH 4.2 was the smallest.

青花菜使用機械化栽培之研究

實行密植式栽培對於青花菜之生育及產量之影響試驗[1]

林昭雄　劉政道[2]

摘　要　爲提倡使用機械化生產蔬菜，本試驗採用寬行密植式栽培代替傳統之狹行疏植生產青花菜，並究明寬行密植式栽培對於青花菜之生育、產量及品質之影響及使用機械化栽培之可行性。

根據本研究結果，青花菜栽培可以利用小型耕耘機整地、開基肥溝以及作 1.4公尺寬之畦以代替傳統之耕作方法 1.2公尺寬者。根據本試驗寬行（70公分）密植（20～50公分）結果獲知，株距減小時，平均地上部全株重、平均花蕾重、平均葉重、平均花蕾徑、莖徑、側芽數、側芽重均有減少之趨勢，但單位面積內花蕾產量則有增加之可能。爲配合使用機械操作及綜合試驗分析結果，栽植密度以採用 1.4公尺寬之畦上種植兩行，或以70公分之行距配合30公分之株距，可獲得最有利之產量及品質。

前　　言

青花菜爲重要新興蔬菜之一，其品質風味甚佳，極受一般消費者之歡迎，又因適合冷凍加工，外銷前途甚爲樂觀，深受國內外專家學者之重視。目前一般傳統的栽培方法係採用狹行距(50～60公分)寬株距（45～50公分）栽培方式，均使用耕牛或人工作畦及人工種植，其作業較爲費時。尤其在農村勞力缺乏之際，如何提倡使用機械耕作爲目前之急務。本分所有鑒於此，乃從事於青花菜機械化栽培之試驗研究，第一年期爲配合耕耘機開植溝與作畦等作業，以替代傳統之狹行疏植式栽培。本試驗先探究寬行密植式栽培對於青花菜之生育及產量之影響及使用機械化栽培之可行性。然後第二年期計劃引進蔬菜移植機（如自走式 DC—205 K 甘藍移植機）一台，加以研究改進應用，以尋求合理之栽培方法與耕作制度，作爲今後推廣使用之依據與學術研究之參考。

材料與方法

本試驗所用青花菜品種爲本分所過去從美國引進之 Topper 43 品種，經過純化選出之優良後裔系統 （B—7）。第一次試驗於民國64年10月1日，第二次試驗於65年2月24日，第三次試驗於65年10月9日播種育苗，分別於民國64年10月22日，65年2月20日及65年11月8日，定植於本分所蔬菜試驗園。定植之前，先用小型耕耘機（15馬力）整地以及開掘基肥溝，然後再用耕耘機作畦。試驗圃之設計採用逢機完全區集設計，四重複。第一、二次試驗畦寬1.4公尺，畦長5公尺，每畦面積爲7.0平方公尺，每小區兩畦，小區面積爲14平方公尺，每畦種植兩行，株間之距離分爲25公分、30公分、35公分、40公分四種處理。每公頃之栽植株數各爲57,142株，47,619株，40,816株及35,714株。第三次試驗畦寬1.4公尺，畦長4公尺，每畦面積爲5.6平方公尺，每小區三畦，合計16.8平方公尺，每畦種植兩行。株距分爲 20公分、30公分、40公分、50公分四種處理；每公頃之栽植株數爲 71,428株，

本研究承國家科學委員會農業研究中心補助經費完成，謹此致謝。1. 試驗研究報告農試字第八二一號。
2. 臺灣省農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所技正兼熱帶園藝系主任及技士。

47,619株，37,714株及28,571株。第一次試驗爲冬作，於65年1月7日開始採收，22日採收結束；第二次試驗爲春作，於65年4月7日開始採收，至17日採收結束。第三次試驗爲冬作，在65年12月29日開始採收，至66年1月7日採收結束。採收前，除調查各處理間植株之生育狀況外，於採收時並調查全株鮮重、花蕾鮮重、葉鮮重、側芽鮮重，剩下地上部莖之鮮重、葉數、株高、莖徑、中心花蕾直徑、側芽數及空心率、花蕾重、全株重、小區產量、每公頃產量等。

結果及討論

1. 不同栽植密度對於青花菜植株一般生育之影響

三次試驗於定植時均選發育整齊，生長勢强壯之幼苗爲供試材料。根據田間觀察，在生育初期各處理間並無多大差異，但到生育中期後株距較密者（如20公分、25公分處理）其地上部之發育開始佔滿畦面空間，而株距較寬者（如40公分、50公分處理）雖未佔滿畦面空間，但側芽 (Side shoots) 則開始急速發育，到生育後期此現象更加明顯。一般高密度者植株呈現衰弱徒長現象，而低密度者則呈現生育優良，生長勢强壯之現象，但中心花蕾（Central flower heads）出現之早晚，無論高密度與低密度者並無顯著之差異存在。

2. 不同栽植密度對於青花菜全株重之影響

地上部全株之鮮重包括葉重、花蕾重、莖重及側芽重之總和。由圖1顯示三次試驗均爲隨着栽植密度之增加，其單株之平均重量亦隨之減少。第二次在春季種植之植株重量約爲第一次在冬季種植之植株重量之半。因第二次試驗爲春作，2月20日定植，4月間採收，植株均在較高溫之氣候下生育，一般植株之生長較冬作迅速而呈現衰弱徒長現象。又第一次與第三次均在冬季試驗，但第三次試驗種植之植株全重比第一次試驗種植者較低，其主要原因爲第三次冬作試驗正遇本分所蔬菜園土地重劃期間，灌溉用水未若第一次試驗之方便與充足所致。

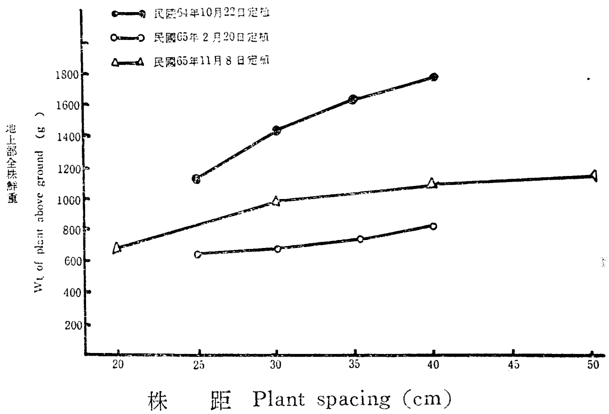


圖1. 栽植距離對青花菜地上部全株鮮重之影響

Fig. 1. Effect of plant spacing on plant weight of broccoli.

3. 不同栽植密度對於青花菜花蕾重之影響

本試驗所指花蕾鮮重，仍爲統一規定自中心花蕾頂部向地下部延伸30公分處切除苔莖後，取得之可食部位之新鮮重量。第一次試驗在冬季種植採收之中心花蕾鮮重約爲第二次試驗在春季種植採收之三倍大。又花蕾之大小受栽植密度大小影響甚大，栽植密度低者，其中心花蕾亦大，栽植密度高者其花蕾較小，本研究三次不同時期之試驗結果均有相同之趨勢。此與 Zink & Akana 氏所發表之試驗結果相吻合。本試驗青花菜中心花蕾之大小，在各種栽植密度間之差異顯著性如表1所示。如株距採用30公分以內時，則對花蕾大小有極顯著之影響；而株距在30公分以上時其對中心花蕾大小之影響較

不大顯著。故株距採用30公分時即比較容易生產花蕾較大，質優商品價值較高之青花菜。

表1. 不同栽植時期與栽植距離對於青花菜生育與產量之影響

Table 1. Effects of planting date and plant spacing on the growth and yield of broccoli

種植日期 Planting date	64 10 22				65 2 20				65 11 8			
栽植距離 Planting spacing (cm) / 調查項目 Items investigated	25	30	35	40	25	30	35	40	20	30	40	50
全株重 Wt. of plant (kg)	1.121a	1.402 ab	1.640b	1.788b	0.624a	0.665a	0.711a	0.821b	0.666a	0.975b	1.086b	1.148b
花蕾鮮重 Wt. of flower head (g)	440.9a	584.8b	721.7c	821.1d	172.0a	207.1b	224.1b	256.4c	232.0a	331.8b	356.0b	365.8b
葉鮮重 Wt. of foliage (g)	518.8	576.1	703.4	707.4	296.6	304.5	318.4	352.2	329.5	457.5	493.8	498.6
莖 重 Wt. of stem (g)	120.6	158.9	129.8	158.6	132.6	116.5	116.1	144.3	52.4	81.2	72.1	76.4
側芽重 Wt. of lateral shoots (g)	40.6	82.2	84.9	101.0	22.3	36.9	52.2	68.3	52.1	104.3	164.0	207.3
側芽數 No. of lateral shoot (No.)	4.0	7.4	6.1	6.8	9.1	10.5	12.6	12.4	4.7	5.7	5.8	6.7
葉 數 No. of leaf	16.9	18.2	18.9	19.1	14.7	14.7	15.4	15.3	16.9	17.2	16.8	17.1
花蕾徑 Diameter of flower head (cm)	15.1	16.4	17.2	17.3	11.2	12.4	12.4	13.5	12.5	14.7	14.9	15.2
莖 徑 Diameter of stem (cm)	3.7	4.0	4.2	4.3	2.9	3.0	3.1	3.1	3.1	3.4	3.5	3.5
株 高 Plant height (cm)	39.1	39.5	37.1	38.1	45.0	43.7	42.4	44.9	34.5	34.7	34.5	38.4
花蕾重／全株重 Wt. of head/Wt. of plant	39.33	40.84	44.01	45.92	27.62	31.41	30.91	31.22	34.83	34.05	32.78	31.88
小區產量 Yield per plot (kg)	35.27a	38.60a	41.14a	41.06a	13.76a	13.67a	12.74a	12.82a	27.84a	25.89a	21.36b	17.55c
產 量 Yield (kg/ha)	25,194	27,848	29,457	29,325	9,828	9,764	9,136	9,157	16,565	15,405	12,709	10,442

註：全株重、花蕾重、小區產量在各栽植距離間之差異顯著性係採用 Duncan's Multiple Range Test 法測定，各試驗在同欄內有不同英文字母者指處理間之差異達到 5 %顯著標準。

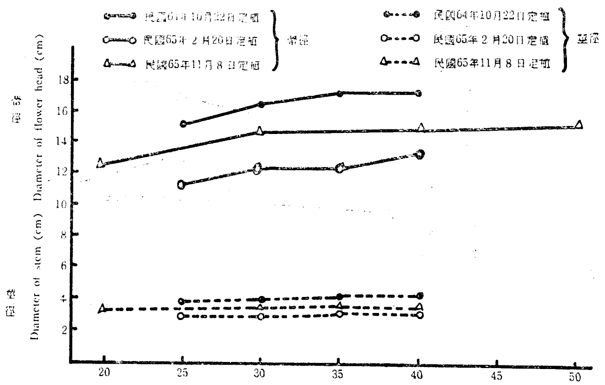
4. 不同栽植密度對於青花菜株高葉數及葉重之影響

根據三次試驗觀察結果，不同之栽植距離對於青花菜植株高度之影響不甚顯著。惟第一次冬作試驗之平均植株高度在 37～39cm 之間，第二次春作試驗之平均植株高度在 43～45cm 之間。春作期間氣溫較高，其植株之平均高度亦比冬作之植株爲較高。不同栽植距離對青花菜單株葉數之影響，根據三次試驗結果均有相同之趨向，即栽植距離較大者，其單株之平均葉數亦較多，但所增加之數目極爲有限。然而，根據表 1 所示不同栽植距離對青花菜單株平均葉重之影響較顯著，即栽植距離較寬者

，其單株平均葉部鮮重亦較多。

5. 不同栽植密度對於青花菜莖徑及蕾徑之影響

青花菜植株之莖與中心花蕾之大小，在三次試驗中均有相同之趨勢。亦即栽植密度較小者，其植株發育較爲旺盛、粗壯，故其植株莖徑較粗，所生產之中心花蕾直徑較大，單一花蕾之平均重量亦較重，其在各種不同栽植密度情況下之變異情形，如表 1 及圖 2 所示。



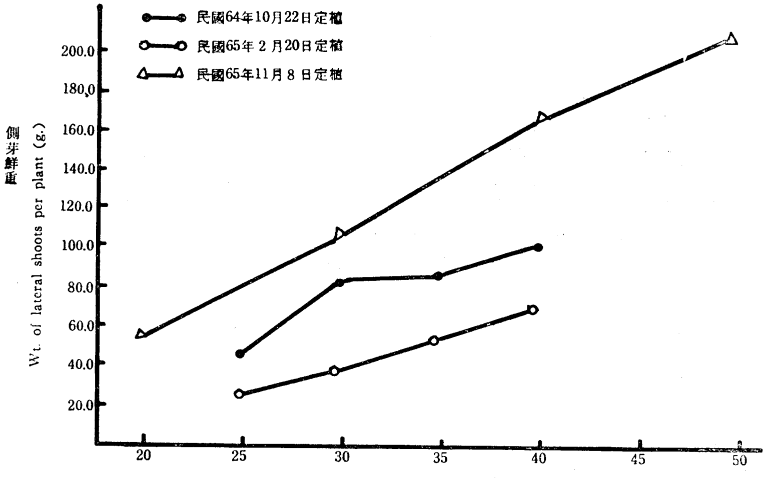
株　距 Plant spacing (cm)

圖2. 栽植株距對青花菜蕾徑與莖徑之影響

Fig. 2. Effect of plant spacing on diameters of central head and stem of broccoli.

6. 不同栽植密度對於青花菜側芽數與側芽重之影響

根據本試驗田間觀察結果，青花菜之植株自生育中期後開始發育側芽，到後期生育期間此現象更加明顯；而且單株平均側芽數與側芽鮮重均隨着栽植密度之增加而減少，即栽植距離較寬者其平均側芽數較多，平均鮮重亦較重，此與 Zink 與 Akana 兩氏之試驗結果符合。本試驗三次結果均有相同之趨勢，如表 1 圖 3 圖 4 所示。



株　距 Plant spacing (cm)

圖3. 栽植株距對青花菜側芽鮮重之影響

Fig. 3. Effect of plant spacing on weight of lateral shoots per plant of broccoli.

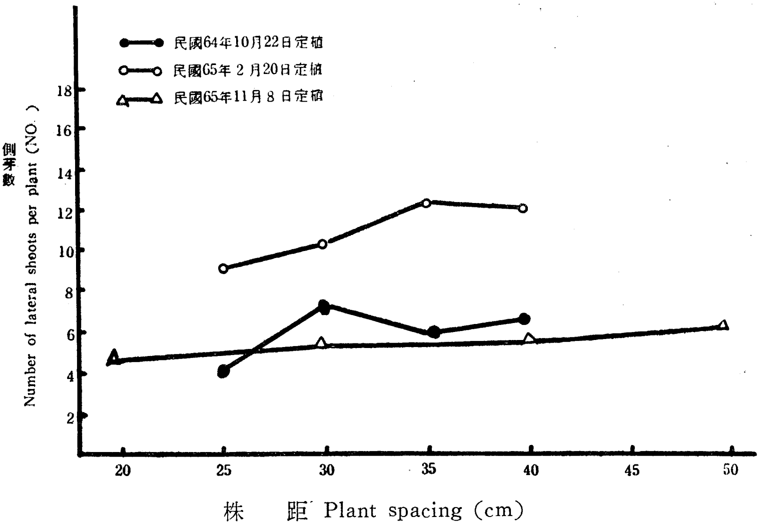


圖4. 栽植株距對青花菜側芽數之影響

Fig. 4. Effect of plant spacing on number of lateral shoots per plant of broccoli.

7. 不同栽植密度對於青花菜花蕾產量之影響

根據本試驗第一次之試驗結果，以株距35公分者其產量最高，但栽植密度增加時其產量並未見增加，而且各不同栽植密度間之差異並不顯著。第二次試驗由於種植於春季，生育後期遇到高溫多雨，花蕾產量較低，其結果顯示栽植密度愈大，其單位面積內之產量有愈大之趨勢，惟據變方分析結果，處理間之差異不呈顯著。第三次試驗與第二次試驗結果相似，即栽植密度愈大，其單位面積內之產量愈高，除株距30公分與20公分處理間之差異不顯著外，與株距40公分、50公分處理間之差異呈極顯著。因此就產量及品質作綜合分析結果，如採用寬行密植式栽培，則以70公分之行距配合30公分之株距之栽植密度本試驗認為最適當而且最有利，不僅可生產花蕾較大，品質優良，而且產量甚高之青花菜。

參考文獻

1. 林昭雄 1966 肥料三要素對青花菜之效應之研究（摘要）。國家長期發展科學委員會民國55年年報pp297
2. 林昭雄 1970 冷凍用青花菜品質及產量改進方法之研究 中國園藝 16（2）：31—44
3. Chroboczer, E, *et al*. 1967 The effects of sowing date, spacing and methods of cutting broccoli sprouts on yield and suitability for freezing. Hort. Abstract 38：7620
4. Lin, C. H., 1975 Crop replacement and community development project. United/Thai programme for drug abuse control. Progress Report No. 5 pp. 1—17.
5. Massey, P. H., *et al*. 1962. The effect of soil moisture, plant spacing, and leaf pruning on the yield and quality of broccoli. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 81：316—325.
6. Thompson, R. C. 1961. Cauliflower and broccoli varieties and culture. U. S. Dept. Agri. Farmers, Bull. No. 1957.
7. Zink, F. W. and D. A. Akana, 1951. The effect of spacing on the growth of sprouting broccoli. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 58：160—164.

A STUDY ON BROCCOLI CULTURE BY USE OF MACHINES

I. Effects of Close Planting in Wide-Spacing Rows on the Growth and Yield of Broccoli.

by

Chao-hsiung Lin

Summary

In order to provoke and develop vegetable culture by use of machines, the close planting in wide-spacing rows was adopted by this experiment to replace the conventional loose planting in narrow-spacing rows for broccoli production improvement. And the effects of close planting (20-50 cm apart) in wide spacing rows (70 cm apart) on the growth, yield and quality of broccoli, and the feasibility of mechanization were also ascertained.

Based on this study, power tillers (15 H. P.) could be used for soil preparation, furrow opening, and making 1.4m wide beds instead of making the conventional 1.2 m wide beds. It was apparent from the experimental results that as the plants were placed closer together, the mean weight of plants above ground, the mean weight and diameter of central flower heads, the mean weight of foliage per plant, the mean diameter of stems, the mean number and weight of lateral shoots per plant, etc. decreased. However, the higher yield of the central flower heads per unit area could be obtained. It is concluded that the highest yield of quality broccoli can be obtained with the planting density of 0.7 m ×0.3 m which can also meet the operation of machines.

洋菇癭蠅防治之研究[1]

林珪瑞　倪秋華[2]

摘　要　爲害洋菇（*Agricus brunnescens*）之癭蠅幼蟲均有幼體生殖之習性，兼之洋菇菌絲柔弱，故在防治工作上頗受限制。就近年來在室內試驗測定之結果，摘述如下：

一、就肯亞出產之天然除蟲菊精粉劑（Pyrethrin D.）、日本產天然除蟲菊精（Pyrethrin 15%）自行調配成粉劑，及合成除蟲菊精乳劑（Safrocide 4-40% EC），對粗緣癭蠅（*Heteropeza pygmaea* Winnertz）及直脈癭蠅（*Henria* sp.）幼蟲之毒殺效果並不理想。此三種除蟲菊製造時，因添加 Piperonyl butoxide 增效劑，故對洋菇菌絲之生長具有極顯明之抑制作用。

二、在室內測定 DDVP 50 % EC 及 Dipterex 80 % SP 之各種稀釋液對兩種癭蠅幼蟲之毒殺效果，亦不理想。

三、利用氰氮化鈣（Calcium Cyanamide, $CaCN_2$）處理洋菇栽培後之廢堆肥，可有效殺滅潛藏堆肥中之癭蠅類幼蟲，可以減少此類害蟲日後之蔓延。

四、在室內飼育癭蠅成蟲，因幼蟲化蛹數量有限，且成蟲之羽化率不高，粗緣癭蠅僅爲 18～22 %，直脈癭蠅約爲 62 %，欲大量繁殖成蟲略有困難。

爲害洋菇（*Agricus brunnescens*）之癭蠅分佈甚廣[4]，早已成爲世界洋菇業者之困擾問題。但以各國洋菇產品除一部外銷外，大部均爲國內消費，故洋菇癭蠅問題對各該國之洋菇品質，並未構成嚴重威脅。臺灣栽培之洋菇產品，主要供作製造罐頭外銷，在品質上每多受消費者所控制，因此臺灣洋菇癭蠅問題，較諸其他生產洋菇之國家更爲嚴重。臺灣爲適應洋菇順利出口，外銷國外起見，不得不設法減少菇體含蟲數量。由於臺灣農村栽培洋菇之環境衛生甚難改善，環境較差者害蟲較易發生。爲欲改善洋菇罐頭原料品質，除從事菇舍及環境改善外，並以化學方法防治，然在菇舍中發生之 3 種癭蠅生活習性各有不同[2,4,5,7,8,9,15,18,22,24]，使用藥劑噴佈菇床，防治幼蟲效果未能一致[11,13,15,16,18,19,20,22]，且若干藥劑對洋菇菌絲具有抑制作用，或有餘毒問題[11,12,14,16,17,19,20,21,23]。爲謀求解決此項臺灣洋菇外銷事業問題，就近年來試驗所得結果，整理報告於下，以供參考。

材料與方法

一、除蟲菊粉劑對癭蠅幼蟲防治試驗：

本試驗所使用除蟲菊粉劑，係臺灣大學陳玉麟教授提供，得自肯亞除蟲菊公司所出產天然除蟲菊粉劑，其有效殺蟲成份分爲 0.5 及 1 %，各分別添加 2 %及 4 % Piperonyl butoxide 增效劑。使用量劑各種濃度分爲 1.5，2.0 及 2.5 g，每小區面積約爲 1/18 坪，於1973 年 5 月 21 日至 6 月 14 日在臺灣省農業試驗所洋菇冷氣栽培室舉行，每種處理 5 栽培箱，共 30 箱，均於施藥試驗半個月前接入粗緣癭蠅（*Heteropeza pygmaea*）幼蟲各小區約 20 隻。每小區於施用粉劑前，先行採取鮮菇

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 822 號。本項工作承臺灣區洋菇試驗研究基金補助（計畫編號：61/62—MRF—PP—97丙，62/63—MRF—PP—116甲 1 及 63/64—MRF—PP—130 乙）。文成後承徐博士世傑及陶家駒先生詳加校閱及斧正，謹此致謝。
2. 臺灣省農業試驗所荐任技士兼應用動物系昆蟲分類研究股股長及研究助理。

用染色方法檢查菇體中所含癭蠅幼蟲數量後，即依各種濃度及使用藥量撒佈在覆土表面，栽培管理均照慣例進行。俟該小區再出菇時，即採取鮮菇染色檢查菇體含蟲數，即可知在各小區施藥前及施藥後之含蟲數量，以究明除蟲菊粉劑對幼蟲之防治效果。預定全部施用粉劑4次，後因各小區受除蟲菊粉劑之影響，出菇量銳減，故僅部分小區施藥3次後，就停止出菇而未能達到預定施藥次數。

二、除蟲菊粉劑對癭蠅幼蟲防治試驗：

本項試驗所使用除蟲菊精為日本大坂 King Jochugiku Kogyo 出品之 Pyreorigin，含有 15 % Pyrethrins，使用滑石粉稀釋成為 0.25，0.5 及 0.75 % 之有效成份粉劑。稀釋方法是用丙酮（Acetone）將除蟲菊精稀釋溶解後，倒入研缽中之滑石粉，然後在研缽中研磨混拌，至丙酮揮發後成粉劑。於 61/62 年期在臺灣省農業試驗所應用動物系地下洋菇栽培室進行，小區為 1/6 坪木製洋菇栽培箱。均於施用粉劑前半個月，先行接入粗緣癭蠅幼蟲約 50 隻。施藥前先行採取鮮菇染色檢查各小區菇體所含幼蟲數量，然後各小區每次施用粉劑 20 g，各種濃度粉劑處理 5 栽培箱，為 5 重復。預定施用粉劑 4 次，後因在第 1 次施用後，各小區出菇數量急劇減少，故在第 2 次施用粉劑後，各處理均無出菇而未能達到預定施藥次數。

三、4～40%除蟲菊精乳劑對癭蠅幼蟲毒效之測定：

本試驗所使用除蟲菊精乳劑 Safrocide 4-40% EC 係由臺灣省農會贈送，其所添加之增效劑為 Piperonyl butoxide。將該除蟲菊精乳劑稀釋為 1,000，2,000，4,000 及 8,000 倍，相當於 40，20，10 及 5 ppm 之有效成分。用 9 cm 玻璃培養皿，皿內放入 2 號安積濾紙 1 張，然後自試管的綠黴菌（*Trichoderma viride*）培養之粗緣癭蠅及直脈癭蠅（*Henris* sp.）挑選中大型幼蟲，每培養皿放入 10 隻，全部挑完幼蟲，即將各種濃度之除蟲菊精乳劑稀釋液，以 1 ml 注射筒抽取 1 ml，滴入各培養皿中之濾紙上，各處理幼蟲均與藥劑稀釋液接觸 48 小時，然後將幼蟲分別接入培養綠黴菌絲之試管中，每試管挑入幼蟲 1 隻，觀察幼蟲在試管中之生活，以明是否因接觸藥劑而受影響。

四、二氯松及三氯松稀釋液對癭蠅幼蟲毒效之測定：

以 50 %二氯松乳劑(DDVP 50% EC，興農化工股份有限公司出品) 2,500，5,000 及 10,000 倍稀釋液及 80% 三氯松可溶性粉劑(Dipterex 80% SP, 西德 Bayer 公司出品) 1,000，2,000，4,000，8,000 及 10,000 倍稀釋液，對粗緣癭蠅及直脈癭蠅幼蟲之毒效測定。試驗時用 9 cm 玻璃培養皿，內放置 2 號安積濾紙 1 張，然後將在試管中以綠黴菌絲飼育之中型幼蟲挑於培養皿中之濾紙上，每培養皿挑入幼蟲 10 隻，各皿供試幼蟲挑足時，即以 1 ml 注射筒吸取 1 ml 藥劑稀釋液滴於濾紙，任由藥液擴散而遍佈全濾紙，再將皿蓋蓋上，經過 48 小時後，分別將培養皿中幼蟲挑入試管中之綠黴菌絲上，每試管接入幼蟲 1 隻，然後放置 30°C 定溫箱中飼養，逐日觀察各試管中幼蟲之生活及死亡情形。

五、除蟲菊劑對洋菇菌絲生長影響之觀察：

就肯亞出產之天然除蟲菊粉劑（Pyrethrin 1-4% D）及合成之除蟲菊精乳劑，分為 0，1，5，10 及 20 ppm 濃度，加入經 120°C 高壓殺菌鍋中 1 小時殺菌之玉米抽出液培養基中，並另加入 500 ppm 之 Streptomycin 防止細菌發生，分裝入 9 cm 玻璃培養皿，每皿約 10 ml，另以玉米抽出液未添加 Streptomycin 之培養基作為對照組。每組處理重複 8 次，然後接種洋菇品系 554 菌絲，以圓圈（0.5cm）接種棒挑選菌絲塊接種於各培養基上，放置 30°C 定溫箱中培養 10 天，取出度量各菌絲之生長直徑，計算各處理洋菇菌絲生長程度之差異。

另外以 Safrocide 4-40% EC 稀釋液加入玉米抽出液培養基，製成 5 及 20 ppm 兩種有效成份之培養基，分裝於四方形試瓶，每瓶約 10 ml，製成平面培養基，各處理 10 瓶，另以單純玉米抽出

液培養基，分裝 10 瓶供作對照組，均於接種洋菇菌絲塊後，即放置 30°C 定溫箱中培養，經 10，20 及 30 天度量菌絲生長情形，以比較各處理生長差異。

六、氰氮化鈣處理廢堆肥試驗：

本項試驗所使用之氰氮化鈣(Calcium Cyanamide, $CaCN_2$)係臺灣肥料公司供給（據稱該氰氮化鈣係由日本進口，該公司基隆廠已停止生產）。於 1971 年 4 月 19 日將洋菇栽培結束後之 8 箱(3 × 2 尺栽培木箱)廢堆肥，傾倒於水泥地上，加入 200 g 氰氮化鈣，並稍加翻拌，然後以塑膠布覆蓋。另以 8 箱廢堆肥亦倒於水泥地上僅稍加翻拌後未加氰氮化鈣，亦覆蓋塑膠布作為對照。經過 7 天後，翻開塑膠布，並將廢堆肥略加翻拌，各採取堆肥樣品 8 塑膠袋。每袋約 200 g ，攜回室內，將 8 袋中之廢堆肥全部混拌後，分別採取樣品 8 次，每次 50g 裝入塑膠袋，各樣品使用 Modified Berlese funnel，經 100 W 電燈泡照射 1 小時，害蟲均因燈照高溫而落漏斗下之玻璃筒中，再於雙管實體顯微鏡下檢查各種害蟲分別記錄之。對照組之廢堆肥採樣及檢查均與氰氮化鈣處理組相同，以便比較處理之效果。

七、癭蠅成蟲之飼育繁殖：

為害洋菇之癭蠅，因具有幼體生殖之習性，故在食料充足及環境適宜時，均行幼體生殖繁衍後代。為供藥劑引誘及毒殺試驗，需要大量成蟲供作試材，因此必須在室內研究繁殖大量成蟲，直脈癭蠅成蟲羽化、發生消長，似受季節所影響；另自菇舍中採自鮮菇體中之粗緣癭蠅幼蟲，在室內分批以試管 (18×1.8 cm) 培養綠黴菌，然後接入幼蟲，分別放置 30°C 定溫箱及地下室任其幼體生殖，觀察各時期接蟲試管中之化蛹及成蟲羽化情形。

結　果

一、天然除蟲菊粉劑對菇床中粗緣癭蠅幼蟲之防治試驗：

天然除蟲菊粉劑對粗緣癭蠅之防治效果，經試驗結果顯示（表 1），粉劑施於覆土表面後，雖可減少幼蟲潛入菇體內，在第 1 次施藥後之菇體含有幼蟲數量顯有降低，但尚未能適合罐頭洋菇原料含蟲之要求，故必須進行 2 次以上之施藥，始能減少菇體之含蟲數量。但由於此天然除蟲菊粉劑中添加 Piperonyl butoxide 增效劑，確能明顯地影響洋菇菌絲生長 [16,22]，故本試驗大部份試區於第 2 次施藥後出菇量銳減，因此未能按照原計畫施用粉劑 4 次，實由於增效劑影響所致。故在實際使用時並非理想之防治藥劑。

表 1. 除蟲菊粉劑 (Pyrethrin D.) 對癭蠅幼蟲之防治效果

有效成分	使用藥量 g/1/18坪	第 1 次施藥前蟲數	第 1 次施藥後蟲數	第 2 次施藥後蟲數	第 3 次施藥後蟲數
0.5—2%	1.5	112.5	20.0	16.0	14.0
	2.0	258.0	8.0	19.0	—
	2.5	190.8	36.0	18.0	26.0
1—4%	1.5	81.6	33.0	4.0	80.0
	2.0	280.0	84.7	25.0	—
	2.5	528.4	30.3	68.0	

二、除蟲菊精粉劑對菇床中粗緣瘻蠅幼蟲之防治試驗：

在市面有自日本進口之 15% 天然除蟲菊精，係供應一般廠商製造衛生害蟲防治之燻煙劑及自動噴霧劑，但以增效安定劑並未標明。爲證實該劑對菇床中瘻蠅幼蟲之防治效果，經自行配製成 3 種不同濃度之粉劑，進行菇床防治幼蟲初步試驗，以求明瞭對幼蟲之藥效及對洋菇產量之影響。在地下洋菇栽培室舉行，所得結果如表 2。三種濃度之粉劑於第 1 次施用後，對粗緣瘻蠅幼蟲雖可減少其蟲數，但由於各處理菇床經第 1 次施藥後，出菇數量突然銳減，再經第 2 次施藥，則菇床全然不能出菇，故無法在第 2 次施藥後採得鮮菇檢查。該粉劑對洋菇之影響至爲明顯，此可能爲該除蟲菊精所添加之增效安定劑對洋菇菌絲具有極强之抑制效果所致。

表 2. 除蟲菊精粉劑對瘻蠅幼蟲之防治效果

有效成份（%）	使用藥量 g/$\frac{1}{6}$ 坪	施藥前蟲數	施藥後蟲數
0.25	20	273.4	149.8
0.50	20	238.4	39.8
0.75	20	182.6	80.2

三、除蟲菊精乳劑（Safrocide 4–40% EC）對瘻蠅幼蟲毒效之測定：

除蟲菊精乳劑爲本省對洋菇瘻蠅幼蟲防治專用藥劑，在尚未改用塑膠菇舍以前之普通稻草菇舍時，由於菇舍簡陋不能密閉，故無法進行堆肥後醱酵，因而在堆肥中普遍發生菇瘻蠅（*Mycephila speyeri*），在菇床出菇初期甚爲猖獗，其幼蟲大部份棲息菇體外部，故使用此除蟲菊精乳劑之稀釋液噴佈菇床數次，防治幼蟲之效果頗爲顯著。自改用塑膠菇舍栽培洋菇後，堆肥均經加溫進行後醱酵，原由堆肥帶上菇床之菇瘻蠅幼蟲受後醱酵溫度之處理，已不復存在。而目前在塑膠菇舍菇床出菇初期之 1～1.5 個月期間，絕少發生瘻蠅幼蟲潛入菇體，故在菇床出菇初期原料洋菇之品質最爲優良，其後隨時間而逐漸發生瘻蠅幼蟲潛入菇體。除粗緣瘻蠅外，尚有直脈瘻蠅亦同時在同一菇床中發生。爲欲探明除蟲菊精乳劑對此兩種在菇床出菇中後期發生之瘻蠅幼蟲防治效果，經在室內測定藥劑之效果，結果如表 3。由表中顯示粗緣瘻蠅幼蟲經 48 小時接觸除蟲菊精乳劑之高濃度（40 ppm）稀釋液之效果仍甚差。直脈瘻蠅幼蟲雖在 20 及 40 ppm 之有效成分稀釋液接觸後，其效果顯較粗緣瘻蠅爲優良，但尚未能達到理想之毒殺效果。

表 3. Safrocide 4–40% EC 對瘻蠅幼蟲毒殺效果之測定

稀釋倍數	有效成份 ppm	供試蟲數		死蟲數		致死率（%）	
		H. pygmaea	*Henria* sp.	*H. pygmaea*	*Henria* sp.	*H. pygmaea*	*Henria* sp.
1,000	40	10	10	1	8	10	80
2,000	20	10	10	1	8	10	80
4,000	10	10	10	1	3	10	30
8,000	5	10	10	0	1	0	10
CK	0	10	10	0	0	0	0

四、DDVP 50% EC 及 Dipterex 80% SP 對癭蠅幼蟲毒效之測定

粗緣癭蠅及直脈癭蠅與菇癭蠅之生活習性不甚相同，故其幼蟲對藥劑之反應亦有差異。由前述測定結果得知除蟲菊製劑對粗緣癭蠅及直脈癭蠅並不能達到理想治蟲效果，故進而在室內以有機燐劑之 DDVP 及 Dipterex 測定對幼蟲之藥效。由表 4 及表 5 結果所示，此兩種有機燐製劑對於此兩種幼蟲之觸殺效果極微，故未再作進一步之試驗。

表 4. DDVP 50% EC 對癭蠅幼蟲毒效之測定

稀釋倍數	供試蟲數		死蟲數		致死率(%)	
	H. pygmaea	*Henria* sp.	*H. pygmaea*	*Henria* sp.	*H. pygmaea*	*Henria* sp.
2,500	10	10	0	1	0	10
5,000	10	10	0	0	0	0
10,000	10	10	1	0	10	0
CK	10	10	0	1	0	10

表 5. Dipterex 80% SP 對粗緣癭蠅幼蟲毒效之測定

稀釋倍數	供試蟲數	死蟲數	死亡率(%)
1,000	10	0	0
2,000	10	2	20
4,000	10	0	0
8,000	10	0	0
16,000	10	0	0
CK	10	0	0

五、除蟲菊劑在玉米抽出液培養基中對洋菇菌絲生長之影響：

在前述菇床上使用除蟲菊劑對粗緣癭蠅及直脈癭蠅幼蟲之防治效果，不論在施用粉劑或以乳劑稀釋液在室內測定毒性，均不甚理想。在菇床則施藥後，出菇數量銳減。爲探明肯亞出產 Pyrethrin 1-4% D 對洋菇菌絲之影響，並以 Safrocide 4-40% EC 參加比較，經試驗觀察結果如表 6 及圖 1。Pyrethrin 1-4% D 之有效成分 1 ppm 之處理，洋菇菌絲反而略較增長外，而 5 ppm 有效濃度在 10 天洋菇菌絲生長僅及對照組之 90 %，10 ppm者僅約 76 %，20ppm者約爲 43 %。由於除蟲菊粉劑在調入製作中之培養基後至培養基凝固時間頗短，該粉劑之有效成分是否能全部與培養基充分混合？不過就所得結果已可知該粉劑添加之 Piperonyl butoxide 增效劑，確對洋菇菌絲具有極顯明影響。再就 Safrocide 4-40% EC 之結果觀之，洋菇菌絲所受藥劑之影響顯較 Pyrethrin 1-4% D 爲嚴重，在 10 ppm 以上之有效濃度，洋菇菌絲即無法生長。爲明瞭洋菇菌絲在添加 Safrocide 之培養中之生長情形，再在四方試瓶中觀察結果(表 7)，在含有效成分 5 ppm 之培養基上培養 10 天後，菌絲生長僅及對照組之 58 %，20 天後約增至 71 %，至 30 天亦僅及 73 %，而 20 ppm 濃度則完全不能生長，故 Safrocide 4-40% EC 添加 Piperonyl butoxide 對菇床上之洋菇菌絲確有明顯之不良影響。

表 6. 除蟲菊劑在玉米抽出液培養基中對洋菇菌絲生長10天之影響

有效成份 ppm	Pyrethrin 1-4% D 菌絲平均長度（cm）	Pyrethrin 1-4% D 指數	Safrocide 4-40% EC 菌絲平均長度（cm）	Safrocide 4-40% EC 指數
0	2.35	100	2.08	100
1	2.49	105.9	1.78	85.6
5	2.12	90.2	0.28	13.5
10	1.78	75.7	0	0
20	1.00	42.6	0	0
CK	2.35	100	2.16	103.8

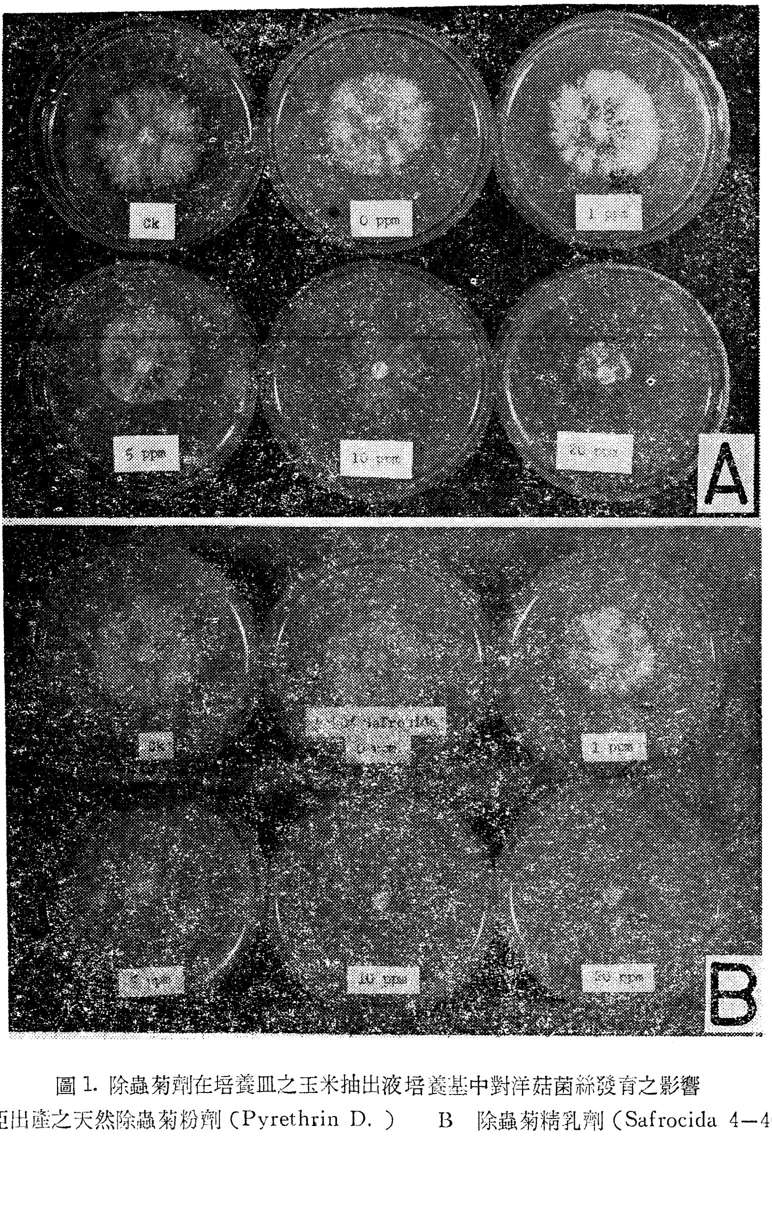


圖 1. 除蟲菊劑在培養皿之玉米抽出液培養基中對洋菇菌絲發育之影響

A 肯亞出產之天然除蟲菊粉劑（Pyrethrin D.） B 除蟲菊精乳劑（Safrocida 4—40 EC）

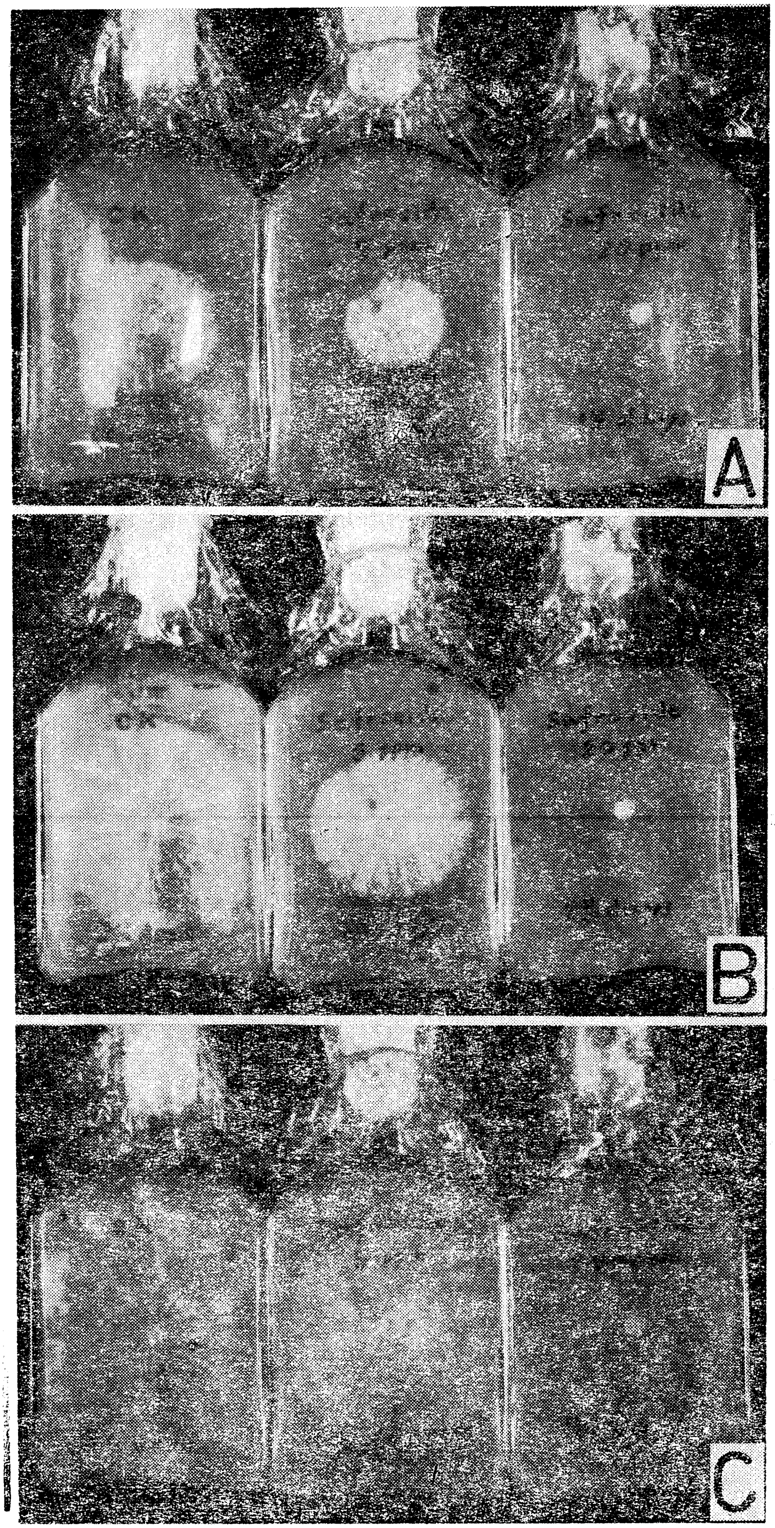


圖 2. 除蟲菊精乳劑在四方瓶之玉米培養基中對洋菇菌絲發育之影響

A 培養 15 天， B 培養 23 天， C 培養 30 天。

表 7. Safrocide 4–40% EC 在四方試瓶玉米抽出液培養基中對洋菇菌絲生長之影響

有效成份 ppm	經過時間及菌絲發育(cm)		
	10天	20天	30天
5	1.45	3.72	5.77
20	0	0	0
CK	2.50	5.25	7.92
菌絲發育指數	58.0	70.8	72.8

六、氰氮化鈣處理廢堆肥試驗：

本省洋菇栽培自每年 12 月至翌年 3 月底，4 月份由於氣溫升高，菇床上已無法生產洋菇。在 4 月份一般水田之稻苗均已長大，洋菇栽培後之廢堆肥未能施於大面積之水田，故一般菇農任將堆肥存放菇床，亦有將堆肥搬出菇舍隨處堆積，以便隨時取用。洋菇栽培後之廢堆肥，在國外為預防病菌及害蟲之蔓延，均在未清出菇舍前，即通入蒸氣徹底消毒殺菌後，才能將廢堆肥運走使用。返觀本省則菇農對廢堆肥未加適當處理，且有將廢堆肥在戶外堆積數月者，以致病蟲害密度逐年增加。為求以簡便處理方法，達到預防廢堆肥中之害蟲及病菌蔓延起見，乃以氰氮化鈣混於廢堆肥中，經覆蓋處理 7 天後檢查害蟲之結果如表 8。就氰氮化鈣處理後害蟲僅有紫跳蟲及少數蟎類存在，而未經處理之對照組堆肥中則有 3 種為害洋菇之癭蠅以及其他害蟲，由此可知廢堆肥經處理後，可減少堆肥中潛入之害蟲蔓延，且氰氮化鈣係肥料，滲入堆肥中不但可增加肥效，並可減少害蟲，實為一種多效益之方法。

表 8. 氰氮化鈣處理廢堆肥害蟲檢查之結果

處理	粗緣癭蠅 *H. pygmaea*	直脈癭蠅 *Henria* sp.	菇癭蠅 *M. speyri*	圍眼癭蠅 Cecidom-yiinae	紫跳蟲 Hypogas-trurids	蟎類 Mites	黑翅蕈蠅 *B. tritici*	隱翅蟲 Stephlinidae
氰氮化鈣 200g/1$\frac{1}{3}$坪	0	0	0	0	218.50	0.25	0	0
CK	2.6	4.5	0.13	0.13	749.63	5.38	0.13	0.13

每樣品採取廢堆肥 50 g，重複 8 次。

七、癭蠅成蟲繁殖之研究：

臺灣為害洋菇之 3 種癭蠅有幼體生殖習性，在洋菇栽培期間，由於菇床中洋菇菌絲可作為充足食料，故絕少產生成蟲，但以目前塑膠菇舍栽培洋菇，堆肥均經加溫進行後醱酵，而由堆肥帶上菇床，在洋菇栽培初期發生較多之菇癭蠅幼蟲已較少發生，僅粗緣癭蠅及直脈癭蠅在栽培中、後期漸次發生，此似係少數成蟲於堆肥後醱酵後侵入菇舍產卵。為求對該成蟲之預防，必須使用適當藥劑。但以成蟲在野外極難採得，故試於室內研究其大量繁殖之可行性。經在室內以綠黴菌飼育結果（表 9），粗緣癭蠅成蟲之羽化率甚低，僅有 18～22 %，為供藥劑試驗材料，尚須另行設法大量繁殖成蟲。至於直脈癭蠅之成蟲羽化率，雖然有 62 %[8]，但此兩種癭蠅之化蛹數並不甚多，故大量繁殖成蟲供作試材，頗有困難。

表 9. 室內飼育粗緣癭蠅成蟲之羽化之觀察

接蟲日期	放置處所	觀察試管	觀察日期	化蛹數	成蟲羽化數	羽化率%
24／Ⅲ	30°C定溫箱	6	6／Ⅵ	72	13	18.0
24／Ⅲ	30°C定溫箱	5	26／Ⅴ～6／Ⅵ	58	13	22.4
16／Ⅳ	室溫	1	16／Ⅵ	3	7	
24／Ⅳ	30°C定溫箱	5	6／Ⅵ～21／Ⅶ		22	
10／Ⅵ	地下室	30	22／Ⅶ～7／Ⅷ		114	

討 論

在菇床中爲害洋菇菌絲及幼蟲潛入菇體內而影響製罐原料品質之癭蠅，在臺灣發現有3種，此類幼蟲在食料菌絲充足時，都有以幼體生殖之習性。故洋菇栽培時期幼蟲均潛藏在菇床堆肥中，使防治工作甚感棘手。一般菇農因對癭蠅爲害並不重視，往往由辛苦栽培所生產之洋菇交給製罐工廠檢收站，經檢蟲人員檢查後，發現菇體含蟲超過規定而被拒收時，即着急使用藥劑作緊急防治。因此對菇床亂用藥劑，可能造成菇體有農藥殘毒問題；或由於藥劑使用不當，將濃度提高，致使洋菇菌絲受損，因而出菇數量減少，故菇農對癭蠅藥劑防治失去信心。爲解決臺灣洋菇癭蠅問題，除應加强菇農教育，使對癭蠅爲害有充分認識，再進而設法預防，儘量避免其發生，假使菇床仍有癭蠅爲害，最後方可採取藥劑，依照規定防治。

試驗顯示除蟲菊製藥不論天然或合成者，如添加之增效劑爲 Piperonyl butoxide ，則對洋菇菌絲之生長確具顯明抑制作用 [23] ，且對於粗緣癭蠅及直脈癭蠅幼蟲之毒殺效果並不理想 [14] ，目前塑膠菇舍中所發生者以粗緣癭蠅爲主 [7,8] ，應使用添加 Safraxan 增效劑之 Allethrin 4-40% EC 4,000 倍稀釋防治粗緣癭蠅幼蟲 [17] 。

國外洋菇栽培結束後，爲防廢堆肥中所潛藏病原菌及害蟲到處蔓延，均於廢堆肥搬離菇舍前，先行通入蒸氣將廢堆肥充份消毒後，始搬出菇舍運走，如此不但可將害蟲及病菌消滅，並可保持菇舍環境衛生。返觀本省於洋菇栽培結束後，並未實施廢堆肥之消毒工作，除有部分立即將廢堆肥搬離菇舍者，尙有部分菇農任其存放菇床上達數月之久，由於洋菇栽培結束後已至4月份，廢堆肥未能及時用在大面積水田中，大部分都用於旱地作物，如此將未經充分消毒之廢堆肥在田野撒佈，年年累積，野外之洋菇病蟲密度自然增多。爲欲避免病蟲害之發生，廢堆肥之處理實爲甚重要工作。經以氰氮化鈣拌入廢堆肥試驗結果，確能殺滅潛藏廢堆肥中之癭蠅幼蟲，如此不但可以減少田間害蟲密度，且氰氮化鈣可增加肥份，實爲一舉兩得。

菇床中粗緣癭蠅及直脈癭蠅幼蟲之發生消長，在出菇初期1個月左右檢查鮮菇含蟲數量時，尙未發現含有幼蟲，往往在 40 餘天後始能檢查得少量幼蟲，隨時間而含蟲數量逐漸增加 [7,8] ，由此可知癭蠅在菇床中爲害，係在堆肥後醱酵後侵入菇床。就過去調查所知，在有通氣窗紗網孔目過大之附近菇床中，癭蠅幼蟲顯較遠離者爲高，可知癭蠅成蟲在堆肥後醱酵後由紗窗侵入，就近在菇床産卵繁殖之現象。爲預防癭蠅成蟲於洋菇栽培期中侵入爲害，除應加强菇舍隨時密閉外，並應在通氣窗紗網上及菇舍外壁，依照規定噴洒預防藥劑。但在目前，推廣中之1％有效成分 Diazinon ，雖可預防一般菇舍蠅類成蟲，惟據最近試驗結果顯示對黑翅蕈蠅之觸殺效果僅能維持 25 天，而對於癭蠅幼蟲之捕食天敵圓眼癭蠅成蟲觸殺效果並不很高，故 Diazinon 是否對爲害洋菇之癭蠅成蟲有觸殺效果，尙有

待進行試驗測定之必要。爲欲測定藥劑對癭蠅成蟲之反應，必須有大量成蟲供試材，經在室內研究飼育繁殖成蟲，由於爲害洋菇之癭蠅均有幼體生殖習性，化蛹數量不多，且羽化率亦低，化蛹似有受季節之限制，故此項工作尙在進行研究中。

參考文獻

1. 林珪瑞．1967．洋菇舍昆蟲之調查．農業研究 16（4）：41～48
2. 林珪瑞．1967．菇癭蠅（*Mycophila speyeri*(Barnes)）成蟲在菇舍發生消長．農業研究 16（4）：49～53.
3. 林珪瑞．1967．洋菇堆肥藥劑燻蒸初步試驗．農業研究 16（4）：56～58.
4. 林珪瑞．1972．洋菇之癭蠅問題．臺灣農業季刊 8（4）：170～174.
5. 林珪瑞．1973．臺灣洋菇的害蟲．中國園藝 19（6）：366～375.
6. 林珪瑞、倪秋華．1971．洋菇害蟲防治試驗研究報告．臺灣區第三屆洋菇學術討論會報告 3：242～247
7. 林珪瑞、倪秋華．1974．塑膠菇舍粗緣癭蠅幼蟲之研究．農業研究 23（1）：60～74.
8. 林珪瑞、倪秋華．1977．直脈癭蠅生態之觀察．印刷中．
9. 周素梅、蔡雲鵬．1968．洋菇黃色癭蠅之生態研究．中華植物保護學會會刊 10：67～72.
10. 林國謙．1948．氰氮化鈣之肥料學研究（第一報） 農報（臺灣省農試所） 2（5,6）：255～292.
11. 林萬成、洪錦平、曾壽賢、郭麗生．1971．Takasacide, Pyrenone 及 Safrocide 等乳劑防治黃色癭蚋幼蟲之藥效試驗．中國園藝．17（2）：89～90.
12. 洪錦平、曾壽賢、郭麗生．1968．56/57 年期洋菇害蟲藥劑防治試驗．檢驗雜誌 82：6～29.
13. 陳履通．1954．氰氮化鈣防治菲洲蝸牛初步試驗．農業研究 4（4）：39～45.
14. 曾壽賢、洪錦平、郭麗生、林萬成．1970．洋菇白色癭蚋幼蟲藥劑防治試驗．中國園藝 16（3）：31～34.
15. 曾壽賢、洪錦平．1971．洋菇白色癭蚋幼蟲生態之研究．中國園藝 17：142～147
16. 蔡雲鵬．1972．Mocap 粒劑對殺滅洋菜培養基上白色癭蚋幼蟲之藥效．中國園藝 18：25～26
17. 蔡雲鵬．1973．除蟲菊精對洋菇白色癭蠅幼蟲之藥效及影響洋菇菌絲生長之成分．中國園藝 21（3）：140～143.
18. 蔡雲鵬、洪錦平、郭麗生、葉壽美、曾壽賢、游景節、柳濱南．1964．臺灣洋菇害蟲之研究．植物檢疫資料 No. 3, 53 pp.
19. 蔡雲鵬、洪錦平、曾壽賢、郭麗生、裴宏隆．1965．洋菇害蟲之研究及其防治．檢驗雜誌 43：1～10；44：25～36.
20. 蔡雲鵬、洪錦平、曾壽賢．1966．洋菇害蟲藥劑防治試驗．檢驗雜誌 54：1～9
21. 蔡雲鵬、葉世煌、龍俐麗．1967．洋菇黃色癭蠅（*Mycophila speyeri* Barnes）繁殖之研究．檢驗雜誌 63：1～5
22. 蔡雲鵬、洪錦平、曾壽賢、郭麗生．1967．55/56 年期洋菇害蟲藥劑防治試驗．檢驗雜誌 67：1～9.
23. 蔡雲鵬、陳連勝．1970．除蟲菊藥劑對洋菇培養基上洋菇菌絲生長之影響．中國園藝 16（4）：11～13.
24 臺灣區洋菇試驗研究審議小組．1967．臺灣區洋菇試驗研究及生產改進工作總報告 ：1～14
24. Chen Y. L & Y. P. Tsai. 1972. The control of cecid fly pests of growing mushroom with synergised pyrethrins and with synergised allethrin. Pyrethrum Post 11：1-3.
25. Ganney, G. W. 1973. Incorporation of pesticides into the casing and compost to control mushroom pests. Mushroom Journ. 10：446～448.
26. Hussey, N. W. & B. Gurney. 1964. Rearing techniques for mushroom fly. Plant Pathol.15：38-59.
27. Hussey, N. W. & I. J. Wyatt. 1958. Cecad control by incorporation of insecticides in composts. Mushroom Sci. 4：280-285.
28. Hussey, N. W. & I. J. Wyatt. 1958. Preliminary observations on the cecid problem. MCA Bull. 100：150-158.
29. Hussey, N. W. & I. J. Wyatt. 1960. Insecticidal control of paedogenetic cecid larvae in mushroom beds. (II) Incorporation of insecticides in the casing layer. Ann. appl. Biol. 48：347-351.

30. Hussey, N. W. & I. J. Wyatt. 1962. Insecticidal control of paedogenetic cecid larvae in mushroom beds. (III) Further experiments on control *Heteropeza pygmaea* Winn. Ann. appl. Biol. 50 : 423-429.

31. Hussey, N. W. & I. J. Wyatt. 1962. The interaction between mushroom mycelium and insect pest population. Mushroom Sci. 5 : 509-517.

32. Hussey, N. W., I. J. Wyatt & J. T. Hughes. 1960. Insecticidal control of paedogenetic cecid larvae in mushroom beds. (I)Incorporation of insecticides into compost. Ann. appl. Biol. 48 : 336-346.

33. Jou, S. M. & Y. P. Tsai. 1969. Ecological study on the larvae of *Heteropeza pygmaea* (Diptera : Cecidomyiidae) . Plant Proct. Bull. (Taiwan) 11 : 115-122.

34. Kempton, R. H. 1970. Pesticide distribution in mushroom compost. Ann. Rept. Glasshouse Crops Res. Inst. 1969 : 86-88.

35. Wyatt, I. J. 1960. Cecidomyiidae as pests of cultured mushroom. Ann. appl. Biol. 48 : 430-432.

36. Wyatt, I. J. 1960. Some aspects of cecid biology of importance in mushroom culture. Mushroom Sci. 4 : 271-279.

37. Wyatt, I. J. 1961 Pupal paedogenesis in the Cecidomyiidae I. Proc. R. ent. Soc. Lond. (A)36 : 133-143.

38. Wyatt, I. J. 1963 Pupal paedogenesis in the Cecidomyiidae II. ibidem 38 : 136-144.

39. Wyatt, I. J. 1965. The interaction of two spreading populations. Proc. 13 Intern. Congr. Ent. London : 423-425.

40. Wyatt, I. J. 1967. Pupal paedogenesis in the Cecidomyiidae III. Trans. R. ent. Soc. Lond. 119 : 71-98.

41. Wyatt, I. J. 1969. A laboratory method for studying the biology and control of pests in mushroom compost. Ann. appl. Biol. 64 : 441-448.

42. Wyatt, I. J. 1970. The control of paedogenetic cecid larvae in mushroom beds by the use of thionazin. Ann. appl. Biol. 66 : 497-504.

43. Wyatt, I. J. 1975. Mixing insecticides in compost. Mushroom Jour. 26 : 44-48.

44. Wyatt, I. J. & B. Gurney. 1974. The efficiency of spawning machines for mixing insecticides into mushroom compost. Ann. appl. Biol. 78 : 125-138.

STUDIES ON THE CHEMICAL CONTROL OF MUSHROOM-INFESTING CECIDOMYIIDS [1]

Kwei-shui Lin and Chiu-hwa Ni [2]

Summary

Several kinds of insectides were tested to control mushroom-infesting cecidomyiids (*Heteropeza pygmaea* Winn. and *Henria* sp.) . The difficulties encountered in the tests were the tenderness of mushrooms to stand against ordinary chemicals and the unavailability of large number of adult midges for testing because these cecidomyiids are generally paedogenetic and their pupation and adult emergence rates are exceedingly low. Pyrethrin D from Kenya, 15% pyrethrin from Japan and Safrocide 4-50% EC were found to be little efficient in killing the maggots, and the adding of piperonyl butoxide (as a synergic agent) to these 3 chemicals led to the withholding of the normal growth of mushrooms treated. None of the various dilutions of DDVP and Dipterex proved to be an efficient killer of the maggots. However, the treatment of used compost manure from mushroom beds with calcium cyanamide considerably reduced the maggot population contained therein, consequently a prompt build-up of the population during the next crop may thus be prevented.

---

1. Contribution No. 822 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Entomologist and Research assistant of the Department of Applied Zoology, TARI.

Vol. 26, No. 4 December 1977

行政院新聞局出版事業登記證局版臺誌字一四八七號
中華郵政臺字第二〇七六號登記爲第一類新聞紙類

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Experiments on TARI-TYPE Tempering Dryer…………………… C. P. Wu, K. H. Huang & C. T. Tsao… 255
Isolation and Identification of Fungi from Rice Roots and Their Influences on the Rice Growth…Y. C. Chang, C. C. Tu and C. C. Chien… 279
Occurrence of Rice Blast and Meteorological Conditions in an Upland Nursery……………………Wu-hsiung Tsai… 289
The Protein Content and Amino Acid Composition of Thirteen Double Crosses of Opaque-2 Corn ……………………H. H. Cheng, T. C. Lee and Hsiung Wan…297
Effects of Seed Deterioration on the Yield Components and Other Physiological Characters in Soybean……………………Tsui-yu Wu… 307
Effect of Soil PH Value on the Oil Yield and Quality of Citronella Grass……………………Y. Y. Yang… 314
A study on Broccoli Culture by Use of Machines
1. Effects of Close Planting in Wide-spacing rows on the growth and yield of Broccoli…………Chao-hsiung Lin and Tsung-dao Liu… 320
Studies on the Chemical Control of Mushroom-infesting Cecidomyiids…………………… Kwei-shui Lin and Chiu-hwa Ni…326

發行人 萬雄 臺北市羅斯福路四段一一三巷五〇號
印刷所 臺灣省政府印刷廠 臺中縣大里鄉草湖

Published by
THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
TAIPEI, TAIWAN, REPUBLIC OF CHINA